

Hildén M., Haavisto R., Harjanne, A., Juhola, S., Luhlala, S., Mäkinen K., Parjanne A., Peltonen-Sainio P., Pilli-Sihvola K., Pöyry J., Tuomenvirta H.

Ilmastokestävä Suomi - Toimintamalli sää- ja ilmastoriskien arviointien järjestämiseksi

Syyskuu 2018

Valtioneuvoston selvitys-
ja tutkimustoiminnan
julkaisusarja 44/2018

KUVAILULEHTI

Julkaisija ja julkaisuaika	Valtioneuvoston kanslia, 10.9.2018		
Tekijät	Hildén M., Haavisto R., Harjanne, A., Juhola, S., Luhtala, S., Mäkinen K., Parjanne A., Peltonen-Sainio P., Pilli-Sihvola K., Pöyry J., Tuomenvirta H.		
Julkaisun nimi	Ilmastokestävä Suomi - Toimintamalli sää- ja ilmastoriskien arviointien järjestämiseksi		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 44/2018		
Asiasanat	riskienarviointi, toimintamalli, ilmastomuutos		
Julkaisun osat/ muut tuotetut versiot	43/2018; Sää- ja ilmastoriskit Suomessa - Kansallinen arvio		
Julkaisuaika	Syyskuu, 2018	Sivuja 67	Kieli Suomi

Tiivistelmä

Raportissa esitetään toimintamalli sää- ja ilmastoriskien arviointien järjestämiseksi. Toimintamallin mukaisessa riskienarvioinnissa tarkastellaan systemaattisesti vaaratekijöitä, riskeille altistumista ja haavoittuvuutta. Arvio tukee ilmastomuutokseen sopeutumisen politiikkaa sekä valmius- ja varautumissuunnitelmien toimeenpanoa valtakunnallisella ja alueellisella tasolla, ja on integroitavissa turvallisuusstrategian mukaiseen kansalliseen riskiarvioon.

Ilmastomuutoksen sopeutumissuunnitelman seurantaryhmää esitetään toimintamallin koordinoivaksi tahoksi. Toimintamallin edellytys on systemaattinen tiedonkeräys. Luotettavia sää- ja ilmastoriskien arvioita voidaan laatia eri maantieteellisissä mittakaavoissa varmistamalla tietojärjestelmien yhteentoimivuus, lisäämällä paikkatietoa eri aineistoihin, ottamalla käyttöön uusia tiedonkeruumenetelmiä ja kehittämällä tietojen saatavuutta. Eräiden biologisten ja uusiutuvien luonnonvarojen pitkäaikaisseurantojen ylläpito tulee ratkaista. Toinen kehitettävä alue on taloudellisten aineistojen jakaminen.

Toimintamallia voidaan soveltaa myös kunta- ja maakuntatasolla. Riskien parempi tuntemus auttaa varautumisessa ilmastomuutoksen vaikutuksiin, sopeutumiskyvyn yleisessä vahvistamisessa sekä konkreettisten toimien suunnittelussa ja toteuttamisessa.

Työ tehtiin "Sää- ja ilmastoriskien arviointi ja toimintamallit" -hankkeessa (SIETO) vuosina 2017-2018.

Liite 1 Ohjausryhmän jäsenet

Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2017 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa (tietokayttoon.fi).

Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare & utgivningsdatum	Statsrådets kansli, 10.9.2018		
Författare	Hildén M., Haavisto R., Harjanne, A., Juhola, S., Luhtala, S., Mäkinen K., Parjanne A., Peltonen-Sainio P., Pilli-Sihvola K., Pöyry J., Tuomen-virta H.		
Publikationens namn	Ett klimattåligt Finland - En modell för att organisera bedömningar av väder- och klimatrisker		
Publikationsseriens namn och nummer	Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 44/20xx		
Nyckelord	riskbedömning, operativ modell, klimatförändring		
Publikationens delar /andra producerade versioner	43/2018; Väder- och klimatrisker i Finland - en nationell bedömning		
Utgivningsdatum	September, 2018	Sidantal 67	Språk finska

Sammandrag

Rapporten presenterar en operativ modell för bedömning av väder- och klimatrisker. Modellen producerar riskbedömningar som bygger på en systematisk analys av faror, exponering och sårbarhet. Riskbedömningarna stöder politik för anpassning till klimatförändringar samt förveckligandet av planer för riskberedskap och –hantering nationellt och regionalt. Bedömningarna av klimatrisker kan integreras med de allmänna riskbedömningar som görs inom ramen för den nationella säkerhetsstrategin för samhället.

Koordinationsgruppen för den nationella klimatanpassningsplanen föreslås fungera som koordinator för riskbedömningsmodellen. Systematisk insamling av data är ett villkor för att modellen ska kunna fungera. Pålitliga bedömningar av väder- och klimatrisker kan göras för olika geografiska skalor om man utvecklar datakällors interoperabilitet, tillför platsinformation, tar i bruk nya datainsamlingsmetoder och utvecklar datatillgänglighet. Det långsiktiga upprätthållandet av uppföljningen av vissa naturresurser och biologiska variabler bör lösas. Ett annat utvecklingsområde är delningen av ekonomisk information.

Den operativa modellen kan även tillämpas på regional och kommunal nivå. Bättre riskbedömningar stärker beredskapen inför klimatförändringar, förbättrar anpassningskapaciteten och ger vägledning då konkreta åtgärder planeras och förverkligas. Arbetet gjordes som en del av projektet "Bedömning och operativa modeller för väder- och klimatrisker" (SIETO) i 2017–2018.

Bilaga 1 Styrgruppens medlemmar

Den här publikationen är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan för 2017 (tietokayttoon.fi/sv).

De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt

DESCRIPTION

Publisher and release date	Prime Minister's Office, 10.9.2018		
Authors	Hildén M., Haavisto R., Harjanne, A., Juhola, S., Luhtala, S., Mäkinen K., Parjanne A., Peltonen-Sainio P., Pilli-Sihvola K., Pöyry J., Tuomen-virta H.		
Title of publication	Climate resilient Finland – A governance model for organizing weather and climate risk assessments		
Name of series and number of publication	Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 44/20xx		
Keywords	risk assessment, operational model, climate change		
Other parts of publication/ other produced versions	43/2018; Weather and Climate Risks in Finland - National Assessment		
Release date	September, 2018	Pages 67	Language Finnish

Abstract

This report presents a governance model for organising the assessment of weather and climate risks. The model delivers risk assessments based on a systematic analysis of hazards, exposure and vulnerability. The assessments support adaptation policies and the implementation of plans for risk preparedness and reduction nationally and regionally. They can be integrated into the general national risk assessments that are prepared according to the National Security Strategy for Society.

The coordination group of the national adaptation plan is suggested to become the coordinator of the governance model. Systematic data compilation is a precondition for the model to work. Reliable assessments of weather and climate risks can be delivered on different geographical scales by ensuring interoperability of data systems, by including spatial information, using novel data collection methods and by developing access to data. The long-term maintenance of some biological and natural resource monitoring systems need to be solved. Another area of development is the sharing of economic data.

The governance model can also be applied on a regional and local level. Improved risk assessments help in preparing for the impacts of climate change, strengthen adaptive capacity and guide the planning and implementation of concrete actions. The study was done as part of the project "Assessment of weather and climate risks" (SIETO) in 2017-2018.

[Appendix 1](#) Members of the steering group

This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research for 2017 (tietokayttoon.fi/en).

The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.



SISÄLLYS

1	Johdanto	7
2	Julkisin varoin toteuttavien haavoittuvuus- ja riskienarviointien tarve	8
2.1	Riskitilanne ja kehitysnäkymät	8
2.2	Eri toimintojen tarve haavoittuvuus- ja riskienarvioinneille	9
2.3	Keskeiset julkisen sektorin toimijat riskienarvioinnissa	11
3	Katsaus kansallisten ilmastoriskien arviointien järjestämiseen vertailumaissa .	12
3.1	Tarkastellut maat	12
3.2	Erot ilmastoriskien arviointien toteutuksessa	13
4	Toimintamalli riskienarvioinnin järjestämiseksi	15
4.1	Toimintamalli ja sen toimintaperiaatteet	15
4.2	Vaaratekijöiden seuranta ja ennakointi	19
4.3	Yleisen yhteiskuntakehityksen ennakointi	21
4.4	Sää- ja ilmastoriskeille altistumisen seuranta ja ennakointi	22
4.5	Haavoittuvuuden seuranta ja ennakointi	23
4.6	Kokoavat riskienarvioinnit	24
5	Haavoittuvuuksien, altistumisen ja riskien arviointia tukevat aineistot	28
5.1	Paikkatietopohjaiset altistumis- ja haavoittuvuusaineistot	28
5.1.1	Paikkatiedon tarve riskienarvioinneissa	28
5.1.2	Nykytila paikkatiedon käyttämisestä riskienarvioinnissa	29
5.1.3	Paikkatietoa ohjaavat säädökset, standardit ja suositukset	30
5.1.4	Riskienarvioinnin kannalta tärkeät valtakunnalliset paikkatietoaineistot	31
5.1.5	Paikkatietojen käyttö maakunnissa ja kunnissa sekä tietojen alueellinen tarkentaminen	31
5.1.6	Paikkatietojen kehitysnäkymiä	32
5.1.7	Ehdotukset eri tahojen tuottamien paikkatietoaineistoihin perustuvien riskienarviointien yhtenäistämiseksi	33
5.2	Luonnonvara-alojen pitkäaikaiset seuranta-aineistot – korvaamaton tietopohja varauduttaessa sää- ja ilmastoriskeihin	35
5.3	Luonnon monimuotoisuuden riskienarvioinneissa käytettävät pitkäaikaiset seuranta-aineistot	38
5.3.1	Levinneisyysatlas-tyyppiset havaintoaineistot	38

5.3.2	Kvantitatiiviset seuranta-aineistot	39
5.4	Ihmisiin suoraan kohdistuvien vaikutusten seuranta	39
5.5	Taloudellisten aineistojen saatavuus riskienarviointia varten	40
5.6	Toteutuneiden vaikutusten kokoaminen tietokantaan – nykytila ja esitys kehittämisestä	42
5.7	Uuden teknologian mahdollistamat tietolähteet	45
5.7.1	Kansalaistiede ja sosiaalinen media.....	45
5.7.2	Satelliittipohjainen kaukokartoitus	47
5.7.3	Lennoxjärjestelmät.....	48
5.7.4	Big ja avoin data	49
5.7.5	Muut uudet teknologiat ja yhteenveto.....	50
5.8	Yhteenveto tietoa-aineistojen keräämisestä, jakamisesta ja hyödyntämisestä ilmastoriskien arvioinnissa	51
5.9	Riskien ja haavoittuvuuden havainnollistaminen	52
6	Riskienarviointien resursointi	56
7	Yhteenveto.....	57
8	Lähteet.....	59
	Liite 1 Ohjausryhmän jäsenet	66

1 JOHDANTO

Sää- ja ilmatoriskit muuttuvat, koska yhteiskunta ja ilmasto ovat jatkuvan muutoksen tilassa. Muutoksia voidaan arvioida tarkastelemalla vaaratekijöiden, altistumisen ja haavoittuvuuden muutoksia (SIETO-hankkeen raportti 1)¹. Myös menetelmät ja edellytykset arvioida riskejä kehittyvät esimerkiksi silloin, kun otetaan käyttöön uusia kaukokartoitusmenetelmiä tai käsitellään suuria aineistoja tehokkaasti. Lisäksi mallityökalut kehittyvät ja mahdollistavat entistä monipuolisempia arvioita. Tämän vuoksi sää- ja ilmatoriskien **arvioita on päivitettävä säännöllisesti, jotta ne tukisivat päätöksentekoa parhaalla mahdollisella tavalla.**

Valtioneuvoston päätöksentekoa tukevan selvitys- ja tutkimustoiminnan hakuilmoituksen 2017 mukaan hankkeen tuli vastata seuraavaan kahteen kysymykseen:

- Miten kansallinen riskien- ja haavoittuvuusarviointi tulee jatkossa järjestää, jotta se on ennakoiva, uusinta tietoa käyttävä ja parhaiten tukee sekä varautumistyötä että sopeutumistoimia?
- Miten haavoittuvuus- ja riskienarviointiaineistoja sekä suunnitteluohjeita tulisi kehittää, mm. tarvittavat ilmastoparametrit, taloudelliset vaikutusarvioinnit, paikkatietoaineistot?

Tämän mukaisesti käsillä oleva raportti hahmottaa toimintamallin, jota seuraamalla yhteiskunnalliset toimijat eri toimialoilla pystyvät päivittämään arvionsa sää- ja ilmastoriskeistä. Toimialakohtaisia arvioita sää- ja ilmastoriskeistä voidaan yhdistää kokoaviin arvioihin, jotka palvelevat ilmastomuutokseen sopeutumisen politiikan (sopeutumispolitiikan) suunnittelua ja tukevat muita tulevaisuusorientoituneita politiikka-alueita, kuten turvallisuuspolitiikkaa.

Yleinen perustelu toimintamallin laatisemiseksi on vuonna 2015 säädetty ilmastolaki², joka edellyttää, että ilmastomuutoksen kansallinen sopeutumissuunnitelma laaditaan vähintään kerran kymmenessä vuodessa (8 §). Suunnitelmaan tulee sisältyä riski- ja haavoittuvuustarkastelu. Toimintamalli tukee myös muita kansallisia ja kansainvälisiä prosesseja, jotka keskittyvät yhteiskunnallisten ja ympäristöriskien tunnistamiseen ja hallintaan. Esimerkiksi toimintamallin toimeenpano voidaan nähdä osana katastrofiriskien vähentämistä koskevan Sendain puitesopimuksen edellyttämää kansallista katastrofiriskien arviointia³. Erityisen merkittävä on yhteys Euroopan unionin pelastuspalvelumekanismiin ja yhteiskunnan turvallisuusstrategiaan⁴, joissa pyritään kerran kolmessa vuodessa päivittävään kansalliseen riskiarvioon⁵. Sää- ja ilmatoriskien arviointi palvelee laajasti kaikkia riskienhallinnan osa-alueita (Kuva 1.1)

¹ Tuomenvirta ym. 2018 ei linkkiä

² Ilmastolaki (609/2015) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150609>

³ UNISDR 2018 The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030 (Sendain puitesopimus katastrofien aiheuttamien riskien pienentämiseksi) <https://www.unisdr.org/we/coordinate/hfa-post2015>

⁴ Turvallisuuskomitea 2017 <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteiskunnan-turvallisuusstrategia-2017/>

⁵ Suomen kansallinen riskiarvio tehdään kolmen vuoden välein. Siinä kartoitetaan erilaiset ihmisistä, ympäristöstä, omaisuutta sekä kriittisiä järjestelmiä ja palveluja uhkaavat riskit, joihin viranomaisten on toiminnassaan varauduttava. Kansallisen riskiarvion taustalla on Euroopan unionin pelastuspalvelumekanismi, mutta Yhteiskunnan turvallisuusstrategian päivityksen yhteydessä vuonna 2017 kansallinen riskiarvio päätettiin laajentaa palvelemaan varautumisen ja valmiussuunnittelua laajemmin. Jatkossa kansallinen riskiarvio kattaa kaikki yhteiskunnan turvallisuusstrategiassa huomioitut uhkamallit. Riskejä arvioidaan myös ilmastomuutokseen sopeutumisen näkökulmasta. (Sisäministeriö: Kansallinen riskiarvio <http://intermin.fi/pelastustoimi/varautuminen/kansallinen-riskiarvio>)

Riskienarviointien käyttö riskien hallinnassa



Kuva: Pili-Sihvola, Luhtala, Tuomenvirta (FMI) & Hildén (SYKE), 2018. Ikonit: Ocha/Freeepik/Flaticon & Pixabay

Kuva 1.1. Riskienarviointeja käytetään sopeutumiskyvyn ja varautumisen parantamiseksi.

Toimintamallin taustaksi kartoitettiin, millainen tarve julkisin varoin tehtäville haavoittuvuus- ja riskienarvioinneille on (luku 2) ja tarkasteltiin, miten eräät muut maat ovat arvioineet ilmastoriskejään (luku 3). Tätä vertailevaa tietoa käytettiin hyväksi kehitettäessä toimintamallia (luku 4). Toimintamallin toimeenpanon tueksi laadittiin myös katsaus niihin aineistoihin, joita on käytetty tai joiden kehitys avaa uusia mahdollisuuksia riskienarvioinnissa (luku 5). Toimintamallia laatiessa ja aineistokatsausta koottaessa on keskusteltu laajasti eri alojen asiantuntijoiden kanssa. Hankkeen ohjausryhmältä saatu palaute on otettu huomioon mallin viimeistelyssä⁶.

Raportin pääpaino on julkisen sektorin sää- ja ilmastoriskien arvioinnissa. Yritysten omia riskienarviointeja ei käsitellä laajasti, mutta yritysten ja julkisen sektorin riskienarviointien väliset yhteydet on tunnistettu. Raportissa ja toimintamallissa ei myöskään käsitellä ilmastomuutoksen riskejä niiden hyödyntämisen näkökulmasta. Raportti perustuu "Sää- ja ilmastoriskien arviointi ja toimintamallit" -hankkeessa (SIETO) vuosina 2017-2018 tehtyyn työhön.

2 JULKISIN VAROIN TOTEUTETTAVIEN HAAVOITTUVUUS- JA RISKIENARVIOINTIEN TARVE

2.1 Riskitilanne ja kehitysnäkymät

SIETO-hankkeen raportti¹⁷ osoitti, että sää- ja ilmastoriskejä arvioitaessa on hyödyllistä tarkastella erikseen vaaratekijöitä, altistumista ja haavoittuvuutta. Kolmen riskitekijän erillinen tarkastelu antaa osviittaa ilmastoriskien muodostumisesta sekä parantaa edellytyksiä tarkastella useita vaaratekijöitä yhdessä (esim. tulva ja teknologinen onnettomuus) ja mahdollisuuksia vaikuttaa niihin. SIETO-hankkeessa kootut tiedot antavat yleiskuvan Suomen kanalta olennaisista sää- ja ilmastoriskeistä. Laaditun arvion mukaan **suuri osa lähivuosien**

⁶ Raporttia ovat lisäksi kommentoineet Jaakko Pekki Huoltovarmuuskeskuksesta ja Aki Pihlaja Kuntaliitosta.

⁷ Tuomenvirta ym. 2018 Ei linkkiä

sää- ja ilmastoriskeistä on hallittavissa asianmukaisella suunnittelulla ja varautumisella, mutta silti on toimintoja ja haavoittuvia ihmisryhmiä, joille riskit ovat selvästi keskimääräistä korkeampia.

Fyysiseen infrastruktuuriin ja suoraan fysikaalisiin vaaratekijöihin, kuten tulviin ja sään ääri-ilmiöihin, liittyvät riskit tunnetaan verrattain hyvin, ja niiden hallintaan on luotu menettelyitä. Niidenkin osalta on tärkeää ottaa huomioon, että ilmastonmuutoksen riskit ja vaikutukset kohdentuvat usein epätasaisesti eri väestöryhmiin ja elinkeinonharjoittajiin, joiden varautumiskyvystä on vielä verrattain vähän tutkittua tietoa.

Vaikeammin hallittavissa ovat ne riskit, joissa vaaratekijöiden joukossa tai altistumisen kohteena on biologisia prosesseja. Tällaisia ovat esimerkiksi vektorivälitteiset sairaudet, kasvi- ja eläintaudit sekä eliöpopulaatioihin vaikuttavat tekijät. Biologisiin prosesseihin liittyviä riskejä kohdataan siten erityisesti terveydenhuollossa, maa-, metsä-, kala-, riista- ja porotaloudessa sekä luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa. Toinen vaikeasti hallittavissa oleva riskiryhmä liittyy ilmastonmuutoksen heijastevaikutuksiin, koska altistuminen vaaratekijöille tapahtuu suureksi osaksi maamme rajojen ulkopuolella.

Riskitilanne muuttuu ilmastonmuutoksen edetessä. Lisäksi riskien vakavuus ja niiden hallintamahdollisuudet muuttuvat yleisen yhteiskuntakehityksen myötä. Esimerkiksi suotuisa taloudellinen kehitys parantaa yleisesti edellytyksiä hallita altistumista ja vähentää haavoittuvuutta. Sen sijaan riskit korostuvat sellaisessa yhteiskunnallisessa kehityksessä, jossa yhteiskunnan mahdollisuudet ylläpitää infrastruktuuria ja vahingoilta suojaavia instituutioita selvästi heikkenevät.

2.2 Eri toimintojen tarve haavoittuvuus- ja riskienarvioinneille

Ilmastonmuutos voi vaikuttaa moniin toimintoihin ja monet riskit liittyvät myös toisiinsa (ks. SIETO raportti 1, luku 3⁸). Tämän vuoksi **on mielekästä laatia yhdenmukaisilla taustaoletuksilla laadittuja, toimialojen rajat ylittäviä riskienarviointeja.** Tämä on myös ollut lähtökohtana jäljempänä esiteltävässä toimintamallissa sää- ja ilmastoriskien arvioinnin järjestämiseksi. Tärkeää on, että tähdätään tuotettavien riskiaineistojen monikäyttöisyyteen ⁹. Vain näin voidaan varmistaa, että sää- ja ilmastoriskien arviointi muodostaa elimellisen osan yhteiskunnan turvallisuusstrategian mukaisesta kansallisesta riskiarviosta. Tämä tukee potentiaalisten katastrofien ennakointia ja estämistä Sendain puitesopimuksen mukaisesti ¹⁰.

Nykyistä johdonmukaisemmin tulisi erityisesti selvittää, miten erilaiset ilmastolliset ja yhteiskunnalliset kehityskulut heijastuvat sää- ja ilmastoriskien kehitykseen ¹¹. Syy on ilmeinen. YK:n alaisen Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) laajat kirjallisuustarkastelut ovat osoittaneet, että ilmastonmuutokseen liittyvät riskit voivat realisoitua hyvin eri tavoin. Yhteiskunnallinen kehitys vaikuttaa edellytyksiin välttää niiden toteutumista ja hallita jäännösriskejä ¹².

⁸ Tuomenvirta ym. 2018 Ei linkkiä

⁹ Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2016. https://www.sfs.fi/files/8301/SFS-OPAS_15_2016.pdf

¹⁰ UNISDR 2018 <https://www.unisdr.org/we/coordinate/hfa-post2015>

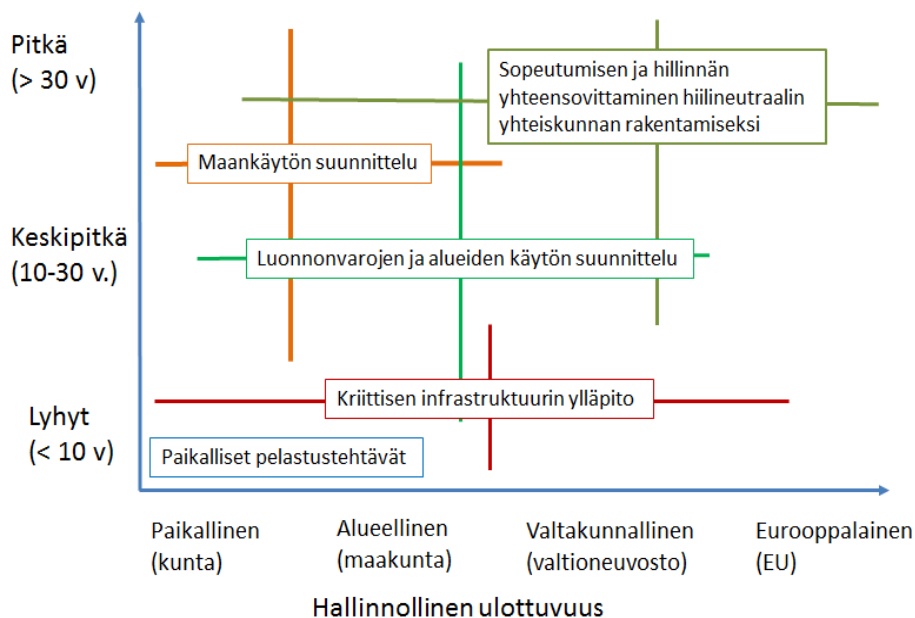
¹¹ O'Neill ym. 2017 <https://doi.org/10.1038/nclimate3179>

¹² Hildén ym. 2018 <https://doi.org/10.1016/C2016-0-02106-X>

Eri alojen tarve laatia haavoittuvuus- ja riskiarvioita vaihtelee mm. aikajänteen ja yksityiskohtaisuuden osalta. Myös yksityisen ja julkisen sektorin tarpeet poikkeavat toisistaan. Julkisella sektorilla päähuomio kiinnitetään yleiseen haavoittuvuuteen ja turvallisuuteen,¹³ kun taas yksityisellä sektorilla päähuomio on yksityisen omaisuuden ja toimintaedellytysten turvaamisessa. **Riskienarviointi voidaan nähdä tiedonhallinnan kysymyksenä, jossa korostuu kunkin organisaation tarve tunnistaa ja hallita tieto omaan toimintaan liittyvistä merkittävimmistä riskeistä.**

Tässä raportissa tarkastellaan julkisin varoin toteutettavia haavoittuvuus- ja riskienarviointeja. Ne palvelevat myös yksityistä sektoria tuottamalla yleistä tietoa vaaratekijöistä, altistumisesta ja haavoittuvuudesta. Ne eivät kuitenkaan voi vastata kaikkiin niihin kysymyksiin, joihin yksityisen sektorin on otettava kantaa pyrkiessään minimoimaan omia riskejään ja haavoittuvuuttaan. Eri hallinnonalojen haavoittuvuus- ja riskienarviointien tarve vaihtelee myös toiminnan luonteen ja aikajänteen mukaan (Kuva 2.1).

Riskitarkastelun aikaväli



Kuva 2.1. Esimerkkejä ilmastonmuutokseen liittyvistä haavoittuvuus- ja riskienarviointitarpeista eri hallinnon tasoilla ja eri aikaväleillä (vaakaviivat kuvaavat riskien hallinnan ulottuvuutta, pystyviivat relevantteja aikavälejä).

Aikajänne vaikuttaa myös sää- ja ilmatoriskien arviointien päivitystarpeeseen. Paikalliset lyhyen aikavälin arviot on päivitettävä kaikkein tiheimmin, sillä niitä käytetään konkreettisen varautumisen tueksi. Pitkän aikavälin arvioihin on kuitenkin myös syytä palata useammin kuin mihin itse tarkastelun aikajänne viittaa, sillä tieto riskeistä voi kehittyä. Se puolestaan muuttaa käsityksiä riskien luonteesta sekä mahdollisuuksista vaikuttaa haavoittuvuuteen. Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) yhteenveto kansallisista haavoittuvuus- ja riskienarvioinneista päätyi suosittelemaan noin viiden vuoden päivitysväliä¹⁴. Tämä voisi Suomessa tarkoittaa, että **joka toinen kerta, kun laaditaan yhteiskunnan turvallisuusstrategian mukainen kansallinen riskiarvio¹⁵, tulisi olla käytettävissä päivitettyä kokoavaa tietoa sää- ja ilmatoriskeistä.**

¹³ Jurgilevich ym. 2017 <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5508>

¹⁴ EEA 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>

¹⁵ Yhteiskunnan turvallisuusstrategia, s. 26, lähtee siitä, että kansallinen riskiarvio toteutetaan kerran kolmessa vuodessa. <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteiskunnan-turvallisuusstrategia-2017/>

2.3 Keskeiset julkisen sektorin toimijat riskienarvioinnissa

**Suomen ilmastolaki¹⁶ edellyttää, että valtion keskushallinto arvioi riskejä ilmastonmuutoksen kansallisen sopeutumissuunnitelman toimeenpanon ja päivittämisen tu-
eksi.** Tämän lisäksi Suomessa on lukuisia muita erilaisia prosesseja, joissa pyritään tulevai-
suuden ennakkointiin ja joissa on olennaista ottaa ilmastonmuutos huomioon vähintään ylei-
sellä tasolla. Kansalliset politiikkatarpeet liittyvät mm. hallitusohjelmien ja turvallisuusstrate-
gioiden¹⁷ laatimiseen. Hallinnon uudistusprosesseissa, kuten maakuntahallinnon kehittämi-
sessä, erilaiset riski- ja turvallisuusarviot vaikuttavat myös toiminnan suunnitteluun ja toi-
meenpanoon.

Suomalaisen kokonaisturvallisuuden yhteistoimintamallin toimijat¹⁸ muodostavat selkeästi
tunnistettavan joukon, joka tarvitsee tietoa myös sää- ja ilmastoriskeistä. Näiden lisäksi on
muuta julkisen sektorin toimijoita, joilla on merkittävä rooli ilmastonmuutokseen sopeutumi-
sessa¹⁹. Taulukkoon 2.1 on listattu arvioita julkisen sektorin toimijoiden sää- ja ilmastoris-
keihin liittyvistä tietotarpeista ja avainkysymyksistä. Erityisesti lakiesityksen HE/2017 mukai-
sille maakunnille on esitetty tehtäviä alueellisten riskien arvioimisessa²⁰. Lisäksi kunnilla on
maakuntauudistuksen toteuttamisen jälkeenkin ilmastonmuutokseen sopeutumiseen liittyviä
tehtäviä. **On siten tärkeää varmistaa, että riskien arvioinnissa ja ennakkointityössä kun-
tien, maakuntien ja valtion välinen vuoropuhelu ja työnjako toimivat jouhevasti.**

¹⁶ Ilmastolaki (609/2015) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150609>

¹⁷ Turvallisuuskomitea 2017 <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteiskunnan-turvallisuusstrategia-2017/>

¹⁸ Turvallisuuskomitea: Yhteistyö <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteistyö>

¹⁹ Gregow ym. 2016 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-303-3>

²⁰ Hallituksen esitys maakuntalaiksi (HE 15/2017), 142 § <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2017/20170015>

Taulukko 2.1 Arvioita julkisen sektorin toimijoiden sää- ja ilmastoriskeihin liittyvistä tietotarpeista ja avainkysymyksistä

Julkisen sektorin toimijat	Sää- ja ilmastoriskeihin liittyviä avainkysymyksiä	Tietotarve sää- ja ilmastoriskeistä
Ministeriöt ja ministerit, turvallisuuskomitea	Mihin tulevaisuuden kehityskuluihin tulee varautua ja miten niihin voi vastata poliittisilla linjauksilla ja toimilla siten, että vältetään häiriöt yhteiskuntakehityksessä?	Yleiskuva riskien luonteesta ja keskeisistä toimista, joilla voidaan alentaa riskejä ja niiden seurauksia yleisesti hyväksyttävälle tasolle.
Muut valtakunnalliset viranomaiset eri toimialoilla <ul style="list-style-type: none"> - Turvallisuus- ja pelastusviranomaiset - Elinkeinojen kehitystä edistävät/tukevat viranomaiset - Ympäristö- ja terveysturvaviranomaiset 	Miten politiikkalinjausten ja -toimien toteuttamisessa voi vaikuttaa altistukseen ja haavoittuvuuteen ja miten toimeenpanossa tulee varautua sää- ja ilmastoriskeihin? Miten ilmastoriskit vaikuttavat muiden riskien todennäköisyyteen?	Toimialakohtaista tietoa riskien muodostumisesta ja mahdollisuuksista vaikuttaa altistukseen ja haavoittuvuuteen. Monipuolista tietoa sää- ja ilmastoriskien yhteyksistä muihin riskeihin, kuten ympäristöonnettomuuksiin.
Kunnat ²¹ ja maakunnat ²² <ul style="list-style-type: none"> - Kaavoittajat - Tekninen toimi - Turvallisuus- ja pelastusviranomaiset - Ympäristö- ja terveysturvaviranomaiset - Virkamiesjohto - Poliittinen johto 	Miten kunnan ja sen kriittisten palvelus- ja toimitusketjujen toimintavarmuus kaikissa tilanteissa voidaan varmistaa ²³ ? Mikä on maakunnan ympäristön tilan ja toimintaedellytysten kehitys ja miten sää- ja ilmastoriskit voivat vaikuttaa siihen?	Ilmastollisten vaaratekijöiden todennäköisyysjakaumat paikallisella tasolla Kunnan/maakunnan väestön altistuminen vaaratekijöille Kunnan/maakunnan väestön haavoittuvuus vaaratekijöille Kokonaisarvio sää- ja ilmastoriskeistä suhteutettuna muihin riskeihin kunnassa/maakunnassa
Eduskunta	Minkälainen on yleiskäsitys ilmastomuutoksen merkityksestä lainsäädäntötyössä?	Yleiskuva riskien luonteesta ja keskeisistä toimista, joilla voidaan alentaa riskien todennäköisyyksiä ja seurauksia yleisellä tasolla.

3 KATSAUS KANSALLISTEN ILMASTORISKIEN ARVIOINTIEN JÄRJESTÄMISEEN VERTAILUMAISSA

3.1 Tarkastellut maat

Työssä tarkasteltiin sitä, miten eräät muut maat ovat järjestäneet kansallisesti ilmastoriskiensa arvioinnin. **Valitsimme vertailumaiksi Ison-Britannian, Ruotsin ja Sveitsin maiden ominaisuuksien ja niissä käytettyjen riskienarviointitapojen vuoksi.** Pidempi raportti ja tarkempi analyysi vertailusta on julkaistu erikseen²⁴.

Iso-Britannia valittiin vertailumaaksi, koska siellä on tehty useita ilmastoriskiä arvioiteja, ja se on edelläkävijä ilmastomuutokseen sopeutumisessa. Ensimmäinen ilmastoriskiä arvi-

²¹ Kunnilla on valmiuslain (1552/2011) mukainen velvollisuus laatia valmiussuunnitelmia ja etukäteen valmistautua poikkeusolojen toimintaan.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20111552>

²² Suunnitelmien mukaan maakunnilla on jatkossa tärkeitä tehtäviä varautumisessa ja sen yhteensovittamisessa alueellaan <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteistyvo/kunnat-ja-aluehallinto/>

²³ Kuntaliiton KUJA-hanke <https://www.kuntaliitto.fi/asiointipalvelut/vhdykunnat-ja-vmpparisto/teknikka/vhdykunnat-ja-vmpparisto/turvallisuus/kuja-kuntien-jatkuvuudenhallintaprojekti>

²⁴ https://www.helsinki.fi/sites/default/files/atoms/files/sieto_kv_vertailu.pdf

ointi tehtiin Isossa-Britanniassa vuonna 2012 ja toinen arviointikierros on jo saatu päätökseen. Uusin raportti julkaistiin vuonna 2017. Työn taustalla on vuonna 2008 hyväksytty ilmastolaki, joka myös säättää riskienarviointiin liittyvistä asioista.²⁵

Ruotsin valintaa tarkasteluun puoltaa sen kattava kansallinen haavoittuvuusarviointi, joka tehtiin jo vuonna 2007.²⁶ Tämän jälkeen sitä ei ole kattavasti toistettu, mutta sitä pohjusti perusteellinen ja osallistava prosessi. Ruotsissa ei ole tällä hetkellä kattavaa kansallista sopeutumissuunnitelmaa, vaan sopeutuminen tapahtuu lähinnä alueellisen lähestymistavan kautta. Ruotsissa on lähtökohtaisesti hyvin samankaltainen hallinto kuin Suomessa, joten sieltä voi saada verrattain helposti Suomeen siirrettäviä näkemyksiä kansallisen arvion valmistelusta ja toimeenpanosta.

Sveitsi valittiin tarkasteltavaksi maaksi, koska siellä julkaistiin vuonna 2014 laaja ilmastoris- kien tarkastelu²⁷. Siinä otetaan huomioon kattavasti maata koskevat uhat ja niitä on tarkas- teltu monipuolisesti. Sveitsi on hallinnollisesti liittovaltio, mikä on kiinnostavaa aluehallinnon näkökulmasta.

Aineistoksi valittiin kunkin maan ilmasto- ja sopeutumispolitiikkaan liittyvät keskeiset politiikkadokumentit. Aineiston analysointi on toteutettu teemojen kautta, jotka muodostu- vat tarkemmista ohjaavista kysymyksistä. Tämän lisäksi lähteinä käytettiin tieteellistä kirjalli- suutta, niiltä osin, kun se oli relevanttia ja analyysiä tukevaa. Analyysiä ohjasivat kysymyk- set: Miten riskienarviointi on järjestetty? Mitä resursseja arvioinnin järjestämiseen on?

3.2 Erot ilmastoris- kien arviointien toteutuksessa

Isossa-Britanniassa ilmastolaki asettaa tarkat määräykset sille, miten ja milloin ilmastoris- kien kartoitus järjestetään. Ilmastolaki määrittää, että sopeutumisesta vastaavalla ministe- rillä (DEFRA²⁸) on vastuu raportoida parlamentille ilmastonmuutoksen mahdollisista ris- keistä. Raportoinnilla on myös selkeä aikataulu, jossa ohjeistetaan, kuinka usein se pitää tehdä (vähintään viiden vuoden välein). Riskikartoitus koostuu eri osaraporteista, joiden tar- koitus ja yleisö on tarkalleen määritelty.

Ruotsissa ei ole ollut ilmastolakia, joka olisi ohjannut kansallista ilmastoris- kien arviointia. Vuoden 2018 alusta Ruotsi hyväksyi ilmastolain, ja maan uusi kansallinen sopeutumisstra- tegia valmistuu vuoden 2018 aikana. Kansallisessa sopeutumispolitiikassa on lähtökohtai- sesti otettu alueellinen taso tärkeäksi, mikä tarkoittaa sitä, että kansallisen koordinaation määrä on vähäisempi kuin esimerkiksi Suomessa.

Sveitsin ilmastolaki käsittelee lähtökohtaisesti hillintää, mutta kansallista sopeutumispolitiik- kaa vie aktiivisesti eteenpäin kansallinen hallinnonalojen välinen komitea. Sopeutumistoi- mien yleiset linjaukset tehdään kansallisessa strategiassa, mutta tarkempi toimien tunnistami- nen ja toteuttaminen on eri hallintoalueiden vastuulla – sekä alueellisilla että kuntatason toimijoilla.

Vertailumaiden tilanne viittaa siihen, että ilmastoris- kien arviointeihin vaikuttaa merkittävästi kansallinen lainsäädäntö tai sen puuttuminen. **Maissa, joissa ilmastolaki ohjaa riskienar-**

²⁵ EEA 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>

²⁶ EEA 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>

²⁷ EEA 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>

²⁸ DEFRA <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-environment-food-rural-affairs>

viointia, arvioinnit toteutetaan säännöllisin välein ja riskienarvioinnin tuloksia käytetään sopeutumispolitiikan suunnittelussa. Riskitarkasteluja voi myös käyttää sopeutumispolitiikan arviointiin. Iso-Britannia on ollut edelläkävijä riskienarvioinnin systematisoinnissa. Riskienarviointeja on kuitenkin tehty myös monessa muussa Euroopan maassa ²⁹.

Monissa Euroopan maissa, joissa ilmastoriskien arviointien tarkoitusta tai sisältöä ei säännöllä, arviointeja on tehty vain kerran, noin vuoden mittaisena prosessina. Ne ovat usein olleet laajoja, ja niihin on osallistunut kansallisia tutkimusinstituutteja ja yliopistoja. Arvioinneissa käsitellään usein ilmastoriskejä eri toimialoilla³⁰. Niiden tarkoituksena on usein ollut avata keskustelu tuottamalla kattava katselmus mahdollisista riskeistä eri toimialoilla. Arvioiden viestintä on usein keskittynyt laajoihin, pääasiassa valtionhallinnolle suunnattuihin raportteihin.

Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) analyysin mukaan eri maiden ilmastoriskien arvioinnit ovat olleet lähtökohdiltaan ja toteutukseltaan erilaisia ja epäyhtenäisiä, mutta tästä huolimatta niillä on ollut kaikilla merkitystä tietolähteinä kansallisen sopeutumisen strategisessa suunnittelussa. Niiden täsmällinen rooli on vaihdellut taustatiedon tuottamisesta sopeutumistoimien tunnistamiseen ja priorisointiin. ³¹

Iso-Britannia on panostanut voimavaroja ilmastoriskien arviointiin muita maita enemmän. Tähän liittyy olennaisesti ilmastolailla perustettu ilmastomuutoskomitea, joka toimii neuvonantajan asemassa ja koordinaattorina riskien kartoitukselle sekä ilmastopolitiikalle laajemmin. Ilmastomuutoskomitealla on sopeutumisen alakomitea, jonka resurssit (vaikkakin hillintään verrattuna pienet) ovat huomattavan suuret. Riskienarviointi on järjestetty nyt jo kaksi kertaa, ja molemmilla kerroilla siihen otettiin laajasti mukaan tutkimuslaitoksia ja yliopistoja. Etenkin toisella kerralla huomioitiin monialaisia riskejä, sillä ensimmäisellä kerralla kiinnitettiin enemmän huomiota toimialakohtaisiin riskeihin.

Ruotsissa sopeutumispolitiikkaa on lähtökohtaisesti jalkautettu alueelliselle tasolle ja kansallisen koordinaation rooli on jäänyt vähemmälle - tämä on tosin muuttumassa hieman vuonna 2018, mikä saattaa vaikuttaa myös kansallisen tason resursseihin. Vuonna 2007 tehty ilmastoriskien tarkastelu järjestettiin laajalla yhteistyöllä, mutta siihen liittyvää kokonaisarviointia ei ole täydennetty eikä haavoittuvuuden kehitystä ole seurattu kattavasti. Sen sijaan eri toimialat ovat päivittäneet riskienarvioitaan ³².

Sveitsin tilanne on hyvin samanlainen kuin Ruotsin. Resursseja on tällä hetkellä käytetty lähinnä yksittäisiin arvioihin, joita on rahoitettu eri ministeriöiden tai valtion tai liittovaltion budjetista. Vuoden 2014 riskienarvioinnissa käytetty tieto perustui hyvin pitkälle jo olemassa olevaan tietoon, jota kansalliset tutkimuslaitokset tuottavat. Tällä hetkellä ei ole varmuutta, tullaanko arviointia toistamaan ja miten sen käyttöä kansallisessa sopeutumispolitiikassa tullaan kehittämään.

Ilmastoriskien arviointien muotoutumiseen ja päivittämiseen vaikuttavat ennen kaikkea käytettävissä olevat resurssit. Haavoittuvuus- ja vaikutusarviointeihin käytettyjen voimavarojen määrää tarkasteltiin EEA:n raportissa. Siinä todettiin, että resurssienkäyttö vaihtelee laajasti eri Euroopan maissa ³³. Arviointiin osallistuneiden henkilöiden määrä on vaih-

²⁹ EEA 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>

³⁰ EEA 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>

³¹ EEA 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>

³² Svenska regeringskansliet 2015, s. 36 <https://www.regeringen.se/rattsdokument/skrivelse/2016/02/skr.-20151687/>

³³ EEA 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>

dellut muutaman kymmenen ja satojen välillä, ja mukana on ollut sekä osa-aikaisia että päätoimisia henkilöitä. Taloudellisten resurssien arviointi on koettu hankalaksi, mutta arvioihin käytetyt kokonaissummat ovat vaihdelleet muutamista kymmenistä tuhansista yli miljoonaan euroon maasta ja kunnianhimon tasosta riippuen. Halvimmissa arvioinneissa on ollut kyse yksinkertaisista kirjallisuuskatsauksista, kun taas kalleimmissa on toteutettu erillisiä aihekohtaisia arviointoja.

Maissa, joissa ilmastoriskien arvioinnista säädetään laissa, on usein käytettävissä enemmän resursseja. Esimerkiksi Isossa-Britanniassa on toteutettu laajoja hankkeita ilmastoriskien arvioimiseksi. Toisissa maissa selvitykset ovat jääneet yleiselle tasolle eivätkä ne ole olennaisesti parantaneet sopeutumis- ja varautumiskykyä. Kiinnostavan mallin tarjoavat ne maat, joissa on luotu yleinen perusta riskien arvioinnille, mutta joissa on tämän jälkeen edetty hajautetulla mallilla. Hajautetussa mallissa eri toimialat ja alueet toteuttavat riskienarviointoja tarpeensa perusteella, mutta samalla huolehditaan siitä, että kokonaisymmärrys riskeistä kasvaa vuoropuhelun kautta. Ruotsissa on arvioitu, että hajautetussa mallissa on onnistuttu nostamaan tietoisuutta ja vahvistettu riskienarviointia ³⁴. Hajautetun mallin haasteena voi olla riskienarviointien hyödyntäminen yli toimialarajojen sekä toiminnan seurannan ja arvioinnin järjestäminen.

4 TOIMINTAMALLI RISKIENARVIOINNIN JÄRJESTÄMISEKSI

4.1 Toimintamalli ja sen toimintaperiaatteet

SIETO-hankkeen raportissa 1 ³⁵ muodostettiin nykytietämykseen perustuva yleiskäsitys sää- ja ilmastoriskeistä Suomessa. Tieto vanhenee kuitenkin ilmastomuutoksen ja yhteiskunnan yleisen kehityksen seurauksena sekä tutkimustiedon lisääntyessä, jolloin tietoa on tarpeen päivittää. **Tässä raportissa esitetään toimintamalli, joka tukee ja tehostaa sää- ja ilmastoriskien arviointien suunnittelua ja toteutusta.** Toimintamallin avulla voidaan varmistaa, että tulevat sää- ja ilmastoriskienarviot ovat ennakoivia, niissä käytetään uusinta tietoa ja ne tukevat sekä varautumistyötä että sopeutumistoimia mahdollisimman hyvin. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi toimintamallissa on yhdistettävä yleisen riskienarvioinnin ja toimialojen yksityiskohtaiset tarpeet joustavasti.

Perustelu toimintamallin laatimiselle on vuonna 2015 säädetty ilmastolaki ³⁶, joka edellyttää, että ilmastomuutoksen kansallinen sopeutussuunnitelma laaditaan vähintään kerran kymmenessä vuodessa (8 §). Suunnitelmaan tulee sisältyä riski- ja haavoittuvuustarkastelu. Toimintamallin tarkoitus on myös tukea muita kansallisia ja kansainvälisiä prosesseja, jotka keskittyvät yhteiskunnallisten ja ympäristöriskien tunnistamiseen ja hallintaan. Erityisen merkittävä on yhteys yhteiskunnan turvallisuusstrategiaan, jonka mukaan pyritään kerran kolmessa vuodessa päivitettävään kansalliseen riskiarvioon ³⁷. Lisäksi toimintamallin toimeenpano voidaan nähdä yhtenä tapana toteuttaa Sendain puitesopimuksen mukainen kansallinen katastrofiriskien arviointi ³⁸.

³⁴ Svenska regeringskansliet 2015, s. 36–37 <https://www.regeringen.se/rattsdokument/skrivelse/2016/02/skr.-20151687/>

³⁵ Tuomenvirta ym. 2018 Ei linkkiä

³⁶ Ilmastolaki (609/2015) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150609>

³⁷ Turvallisuuskomitea 2017, s. 26 <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteiskunnan-turvallisuusstrategia-2017/>

³⁸ UNISDR 2018 <https://www.unisdr.org/we/coordinate/hfa-post2015>

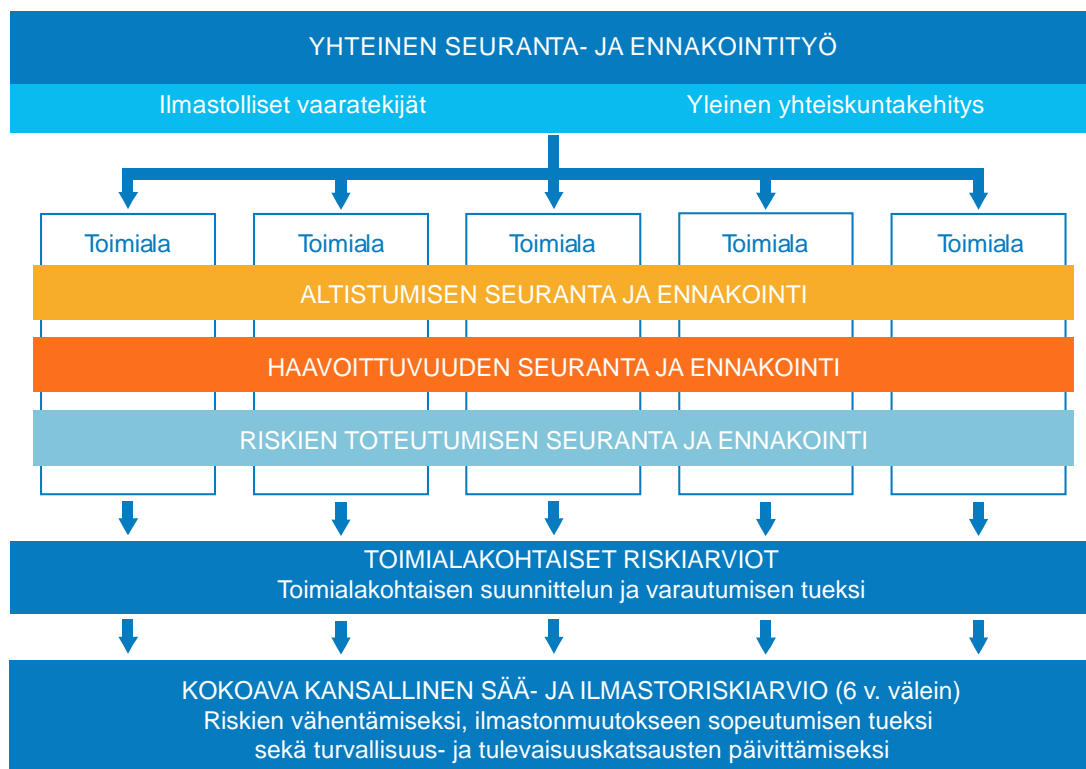
Toimijatahot ja vastuunjako ovat keskeisiä toimintamallissa, sillä ne osaltaan varmistavat onnistuneen riskienarvioinnin läpiviennin. Karkeasti ottaen toimijat voidaan jakaa tiedon tuottajiin ja kokoajiin sekä riskienarviointien käyttäjiin. **Tiedon tuottajiin ja kokoajiin kuuluvat mm. julkisen sektorin toimijat**, kuten Tilastokeskus, Liikennevirasto, Energiavirasto ja muut keskusvirastot, maakuntien ja kuntien viranomaiset sekä tutkimuslaitokset. Näiden vastuuta riskienarviointien perustiedon ylläpitämisestä tulisi toimintamallissa selkeyttää mahdollisimman pitkälle. **Toimintamallissa jokainen toimiala vastaa omista riskienarvioineistaan, tarvittaessa yhteistyössä yli toimialarajojen. Kansallisen yleisarvioinnin koostaminen kuuluu luontevasti kansalliselle Ilmastonmuutokseen sopeutumis suunnitelman seurantaryhmän vastuulle**, koska se tuo yhteen eri ministeriöiden tarpeet ja näkemykset. Sopeutumis suunnitelman seurantaryhmä välittäisi tiedot ilmastoriskeistä yhteiskunnan turvallisuusstrategian perusteella laadittavaan kansalliseen riskiarvioon. **Kansallinen sää- ja ilmastoriskien arviointi laadittaisiin samankaltaisella prosessilla kuin YK:n ilmastosopimuksen mukainen maaraportti**³⁹, johon myös kerätään tiedot eri tahoilta. Sopeutumis suunnitelman seurantaryhmä voi nimetä erikseen teknisestä koordinaatiosta vastaavan tahon tai ryhmän.

Tiedon käyttäjinä voidaan nähdä olevan eri tahoja sekä julkisella ja yksityisellä sektorilla että yhteiskunnassa laajemminkin. Tämän raportin luvussa 2 tunnistetaan monta toimijaa, jotka tarvitsevat päivitettyä tietoa riskien kehityksestä, mutta täsmällinen tarve vaihtelee toiminnan luonteen mukaan. On myös hyvä huomata, että osa tiedonkäyttäjistä voi nähdä kokoavan, tiivistetyn riskienarvioinnin hyödyllisenä. Toiset toimijat saattavat olla kiinnostuneet riskienarvioinneissa käytetyistä yksityiskohtaisista tiedoista.

Toimintamalli esitellään kuvassa 4.1. Se rakentuu eri riskienarviointiin kuuluvista tarkasteleista, perustuu IPCC:n riskikäsitykseen ja alkaa kansallisten vaaratekijöiden ja yleisen yhteiskuntakehityksen skenaariopohjaisella tarkastelulla. Tämän jälkeen altistumista, haavoittuvuutta sekä riskien toteutumista tarkastellaan toimialoittain. **Yhteisen perustan toimialakohtaisille arvioille muodostavat fyysisten vaaratekijöiden seuranta ja ennakointi sekä yleisen yhteiskuntakehityksen ennakointi. Yhdistämällä toimialakohtaisia arviointeja yleisarvioksi voidaan koota mahdollisimman luotettava yleiskuva, jolla voidaan arvioida valtakunnallisia ilmastoriskejä.** Toimintamallissa kiinnitetään erityistä huomiota niihin vaaratekijöihin, haavoittuvuuksiin ja altistumisiin, joita on tunnistettu kansallisesti merkittäviksi sekä toisaalta niihin, joista vallitsee epävarmuutta, mutta joilla toteutuessaan olisi suuria vaikutuksia. Tämä luo myös pohjan merkittävimpien riskien todennäköisyyksien täsmentämiseksi.

³⁹Tilastokeskus National Communications and Biennial Reports to the Climate Convention https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_maaraportit_en.html

Toimintamalli sää- ja ilmastoriskien arvioimiseksi



Kuva 4.1. Sää- ja ilmastoriskien arvioinnin yleinen toimintamalli.

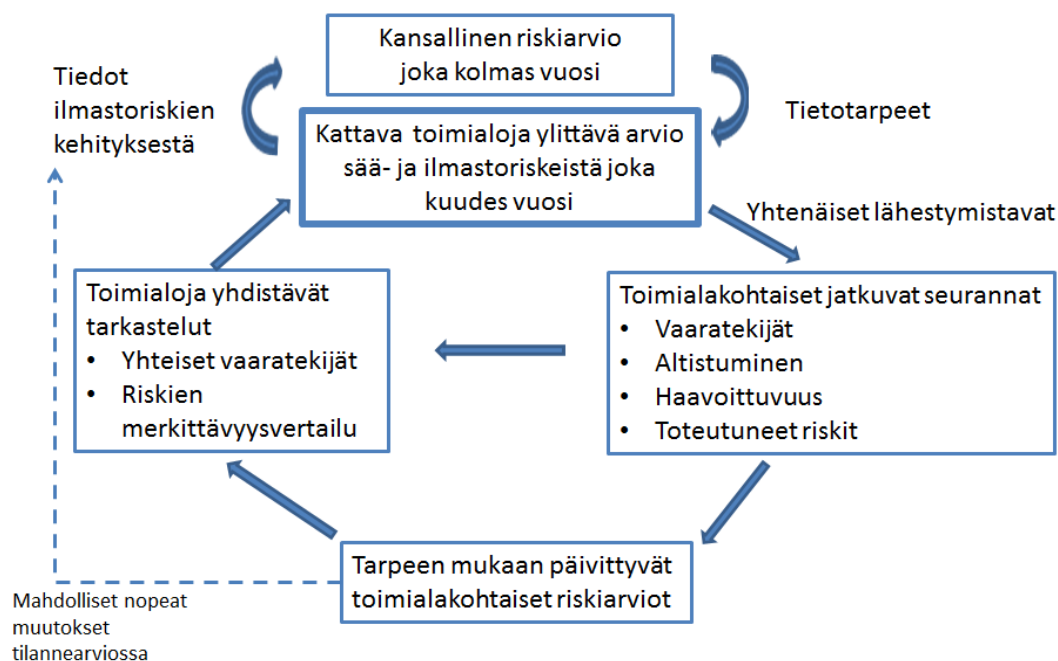
Toimintamalli ei ole kaiken kattava lähestymistapa Suomen sää- ja ilmastoriskien arvioimiseksi vaan muodostaa kehon, joka systematisoi riskien arvioinnin sekä tarvittavien tietoineistojen ylläpito- ja kehitystyön (ks. luku 5). Toimintamallin modulaarisuus helpottaa sää- ja ilmastoriskien arvioinnin yhteensovittamista muiden riskienarviointien kanssa. Mallilla voidaan ohjata myös kuntien ja maakuntien riskienarviointia. Sovellettaessa toimintamallia eri hallinnon tasoilla toimialojen ja tarkasteltavien ilmiöiden merkitys painottuu eri tavoin. Esimerkiksi altistuminen ja haavoittuvuus voivat vaihdella suuresti maan eri osissa luonnonolojen, yhteiskuntarakenteen ja talouden mukaan.

Toimintamallia ei ole tarkoitettu yksittäisten sopeutumistoimien arviointiin. Toimialakohtainen riskien tarkastelu voi kuitenkin tukea myös yksittäisten toimien vaikuttavuuden arviointia tuottamalla perustietoa riskeistä. Esimerkiksi Isossa-Britanniassa yleistä riskienarviointia on käytetty ohjaamaan myös toimien tarkastelua.

Aikataulun määrittäminen on tärkeä osa toimintamallin toimeenpanoa. Suomessa ilmaston lähtökohtana on kymmenen vuoden kaari, jonka puitteissa tulisi toteuttaa vähintäänkin yksi arviointi. Kerran kymmenessä vuodessa tehtävä riskienarviointi on kuitenkin liian hidas päivitystahti monella sektorilla, sillä vaaratekijät, altistuminen tai haavoittuvuus voivat muuttua nopeastikin. Kansainvälisen kokemuksen perusteella noin viiden vuoden sykli on perusteltu ⁴⁰. Suomessa kuuden vuoden sykli sopisi yhteiskunnan turvallisuusstrategian ⁴¹ mukaiseen kansalliseen riskiarviointiin. Silloin joka toinen turvallisuusstrategian mukainen kansallinen riskiarviointi voisi tukeutua kansalliseen sää- ja ilmastoriskien päivitykseen (Kuva 4.2).

⁴⁰ EEA 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>

⁴¹ Turvallisuuskomitea 2017, s. 26 <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteiskunnan-turvallisuusstrategia-2017/>



Kuva 4.2. Sää- ja ilmastoriskien arviointisykli ja sen yhteys turvallisuusstrategian mukaiseen kansalliseen riskiarviointiin.

Sää- ja ilmastoriskien arvioinnin toimintamallissa on olennaista seurata ja ennakoida vaaratekijöiden, altistumisen ja haavoittuvuuden kehitystä. Tarkastelussa on myös arvioitava yleistä yhteiskuntakehitystä, sillä se vaikuttaa merkittävästi altistumisen lisäksi etenkin haavoittuvuuteen ja sopeutumiskykyyn.

Raportointi ja tulosten saattaminen mahdollisimman laajaan käyttöön on riskienarvioinnin keskeisiä tehtäviä. **Tässä toimintamallissa suositellaan, että kokoavan kansallisen sää- ja ilmastoriskien arviointiraportin lisäksi tuotetaan toimialakohtaisia arvioita, jotka palvelevat tarkemmin eri hallinnonaloja.** Ne voivat myös osaltaan palvella kansallisen riskienarvioinnin päivitystä (Kuva 4.2). Kansallinen arvio sisältää sanallisen arvion tärkeimmistä kansallisista säähän ja ilmastomuutokseen liittyvistä riskeistä sekä koosteen eri sektoreiden sisäisistä riskeistä. Raportissa olisi hyvä pyrkiä visualisoimaan ja havainnollistamaan riskien alueellista jakaumaa sekä ajallista kehitystä. Kansallisesta arviosta tulisi tuottaa myös yleistajuinen tiivistelmä esimerkiksi Ilmasto-opas.fi-sivustolle. Tämä varmistaa, että toimintamalli toteuttaa kansallisen sopeutumissuunnitelman 2022 linjauksen, jonka mukaan sopeutuminen ilmastomuutokseen on ilmastoriskille alttiin toiminnanharjoittajan tai omaisuuden omistajan tai haltijan vastuulla.

Toimintamalliin perustuva raportointi tähtää kokoavaan kansalliseen sää- ja ilmastoriskien arvioon, joka julkaistaan ilmastomuutokseen sopeutumissuunnitelman seurantaryhmän koordinoiman prosessin tuloksena. Raportissa on perusteltua pyrkiä mahdollisimman standardoituun sisältöön, joka helpottaa riskien kehitysten seurantaan ja arviointia. Standardoitu sisältö helpottaa myös raportin kytkemistä kansallisen turvallisuusstrategian mukaisiin riskienarviointeihin. Toimintamalli nivoutuu määrävälein laadittaviin raportteihin ja arviointeihin, joita edellyttävät mm. ilmastolaki, EU:n seurantamekanismi (MMR)⁴², Sendain puitesopimuksen toimeenpanoon suunnitteilla oleva raportointi, EU:n pelastuspalvelumekanismi, kansallinen pelastuspalvelun uudistus sekä YK:n ilmastosopimukselle tehtävät kansalliset raportit.

⁴² EU:n ns. seurantajärjestelmäasetus eli MMR-asetus 525/2013 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX:32013R0525>

Resursointi luo edellytykset toimintamallin toimeenpanolle, ja sitä käsitellään tarkemmin raportin luvussa 6. Sää- ja ilmatoriskien arviointien laatiminen edellyttää monissa tapauksissa erillisten voimavarojen kohdentamista. Ilmatoriskien arviointien kansainvälinen katsaus osoitti, että useat maat (esim. Iso-Britannia) hoitavat arvioinnin erillisen projektirahoituksen ja virkatyön yhdistelmänä. **Tämän toimintamallin tavoitteena on kehittää sää- ja ilmatoriskien arvioinnin kulttuuri, joka perustuu mahdollisimman paljon olemassa oleviin suunnittelu- ja varautumisprosesseihin, mutta joka samalla selkeyttää ja parantaa nykyisiä riskienarvioiteja.**

Toimintamallin tietolähteet on seuraavassa tunnistettu yleisellä tasolla. Luvussa 5 tarkastellaan eräiden keskeisten tietojen saatavuutta ja tiedonkeruun kehitysnäkymiä ja annetaan suosituksia tietolähteiden kehittämiseksi. Monet perustiedot ovat avoimesti saatavissa. Sen sijaan varsinaisten riskien arviointia tehdään rajoitetusti. Toimintamallissa todetaan seurantatietojen ylläpitäjät, mutta siinä ei oteta kantaa vaadittavien erillisselvitysten toteuttajiin tai rahoituslähteisiin.

4.2 Vaaratekijöiden seuranta ja ennakointi

Sää- ja ilmatoriskien arvioinnin toimintamallissa vaaratekijöiden seuranta toteutetaan yhtenäisenä, kaikkia toimialoja koskevana tehtävänä. Perustan työlle luovat kansalliset ilmastomuutokseen sopeutumisen indikaattorikorit ⁴³.

Fysikaalisten vaaratekijöiden kehityksen seurantaa voidaan ylläpitää nykyisillä voimavaroilla (Taulukko 4.1). Monia fyysisiä vaaratekijöitä seurataan jatkuvasti ja kattavasti. Tiedot ovat yleensä avoimesti käytettävissä paikkatiedolla varustettuina. **Fyysisten vaaratekijöiden skenaarioiden päivittäminen (taulukko 4.2) vaatii osittain erillistä hankerahoitusta**, sillä kansallisen ennakointipolitiikan tueksi tarvitaan eri toimialoille keskenään vertailukelpoisia kvantitatiivisia arvioita ilmastomuutoksesta. Tämä mahdollistaa riskien ja haavoittuvuuksien arvioinnin osana sopeutumistoimien suunnittelua.

Biologisten vaaratekijöiden seuranta (mm. taudinaiheuttajat, tautivektorit, haitalliset vieraslajit) on hajanaisempi kuin fyysisten vaaratekijöiden seuranta (taulukko 4.3). **Laaja aihepiiri merkitsee, että on kiinnitettävä erityistä huomiota tietokantojen ylläpitoon ja kehittämiseen.** Biologisten vaaratekijöiden skenaarioita ei laadita kansainvälisestikään säännöllisesti, vaan tietojen saaminen on tutkimushankkeiden varassa.

Euroopan laajuisesti vaaratekijöiden kehityksestä raportoi mm. Euroopan ympäristökeskus (EEA) ⁴⁴ ⁴⁵. Useat kansainväliset tahot laativat yleisiä skenaarioita vaaratekijöiden kehityksestä (Maailman terveysjärjestö WHO, CMIP-ilmastomalliyhteisö, Arktisen ympäristön seuranta- ja arviointiohjelma AMAP ja EU:n COPERNICUS-ohjelman ilmastopalvelut (Climate Change Services ⁴⁶)), mutta tietojen soveltaminen Suomen oloihin edellyttää käytännössä erillisiä tutkimushankkeita.

Taulukko 4.1 Sää- ja ilmatoriskien arvioinnin tueksi tarvittavat ympäristön fysikaaliset havainnot ja niiden tuottajatahot.

⁴³ Arnkil ym. 2017 <http://tapio.fi/metsatietoa/julkaisut-ja-raportit/ilmastomuutokseen-sopeutumisen-indikaattorit-seurannan-tyokaluna-tapion-raportteja-pro-17/>

⁴⁴ EEA 2018 <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>

⁴⁵ EEA: Indicators <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators>

⁴⁶ Copernicus Climate Change Service <https://climate.copernicus.eu/>

Havaintojärjestelmä	Ylläpitävä(t) taho(t) sekä tiedon ylläpito ja säilytys	Käytettävissä olevan tiedon luonnehdinta (esimerkit vaaratekijöistä)
Ilmakehän ja Itämeren fysikaalisen tilan, sää- ja ilmastosuureiden havaintoverkostot	Ilmatieteen laitos (IL) (rajapinta avoimelle datalle)	Asemakohtaisia ja hilamuotoisia aineistoja, ilmastoseuranta, tilastotietoja (<i>myrskyt, hellejaksot, rankkasateet, lumipyryt, merivesitulvat, ahtojaat, salamointi</i>)
Vesistöjen ja Itämeren kemiallinen ja biologinen havainnointijärjestelmä sekä hydrologiset havaintoverkot	Suomen ympäristökeskus (SYKE) (rajapinta avoimelle datalle)	Asemakohtaisia ja hilamuotoisia aineistoja, vesistöjen ja Itämeren seuranta, tilastotietoja (<i>vesistötulvat, leväkukinnat, lumipeite, pohjaveden alhainen taso</i>)
Maaperän tila: routa, kosteus, erilaiset fysiikkaalis-geokemialliset ominaisuudet	Suomen ympäristökeskus (SYKE), Luonnonvarakeskus (Luke), Ilmatieteen laitos (L), Liikenteen turvallisuusvirasto (Trafi), ym.	Useita aineistoja ja raportointi käytäntöjä, ENVIBASE-hanke ⁴⁷ , roudattomat jaksot, maaperän/teiden kantavuuden menetys
Satelliittiaineistot	Ilmatieteen laitos (IL), Suomen ympäristökeskus (SYKE), Geologinen tutkimuskeskus (GTK), Luonnonvarakeskus (Luke) (rajapintoja avoimelle datalle)	Kansallinen satelliittikeskus (FinHub), (<i>pilvipelite, merijää, lumipeite, pintaleväkukinnat</i>)

Taulukko 4.2 Sää- ja ilmastoriskien arvioinnin tueksi tarvittavat skenaariot ilmastomuutoksesta, niiden tuottajat ja jakelu

Skenaariot ilmastomuutoksesta (esimerkit vaaratekijöistä)	Skenaarioiden laadinnan vastuutahot	Käytettävissä olevan tiedon tuotanto ja jakelu
Ilmastosuureiden keskimääräiset muutokset (<i>lämpötilan ja sademäärän muutokset, merivesi- ja vesistötulvat</i>)	Ilmatieteen laitos (IL), Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Tuotanto: kansallisissa ilmastoskenaarioiden tutkimushankkeissa ⁴⁸ ; Jakelu: tutkimusjulkaisut, Ilmasto-opas.fi, osana tutkimusyhteistyötä tai maksullinen palvelu
Vahinkoa tai vaaraa aiheuttavat ilmiöt (<i>helle-, routa-, kuivuusjaksot, rankkasateet</i>)	Ilmatieteen laitos (IL), Suomen ympäristökeskus (SYKE), Luonnonvarakeskus (Luke), yliopistot	Tuotanto: erilliset tutkimushankkeet; Jakelu: tutkimusyhteistyö, lausunnot ja muut tulkinnot päätöksenteon tueksi, maksullinen palvelu

⁴⁷ Ympäristö- ja luonnonvaratieto avoimeen käyttöön – Envibase

<http://www.ymparisto.fi/envibase>

⁴⁸ Esimerkiksi SETUKLIM, ACCLIM, FINSKEN, PLUMES

Taulukko 4.3. Sää- ja ilmatoriskien arvioinnin tueksi tarvittavat biologisten vaaratekijöiden seuranta ja tuottajatahot

Seurattava vaaratekijä	Seurannan ylläpito- ja säilytys taho(t)	Käytettävissä olevan tiedon luonnehdinta
Lajien levinneisyyden ja runsauden muutokset	Luonnontieteellinen keskusmuseo (LUOMUS), Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Atlaspohjaisia lajien levinneisyydetietokantoja (esim. Laji.fi, Luomus) ja kvantitatiiviseen otantaan perustuvia lajien kannanmuutosten seuranta-aineistoja (LUOMUS, SYKE)
Elinympäristöjen muutokset ja häviäminen	Luonnonvarakeskus (Luke), Suomen ympäristökeskus (SYKE)	Kangasmetsien luontotyytit: Valtakunnallinen metsien inventointi (VMI) (Luke), Sisävesien luontotyytit: vesipuitedirektiivin (VPD) tietokannat (SYKE), muiden luontotyyppien osalta muutoksia arvioidaan luontotyyppien uhanalaisarvioinneissa (SYKE)
Uhanalaisten lajien tilan heikkeneminen	Suomen ympäristökeskus (SYKE), Luonnontieteellinen keskusmuseo (LUOMUS)	Uhanalaisten lajien havainnot Hertta-lajitietokannassa (SYKE), Uhanalaisten lajien arvioinnit (SYKE) joiden tiedot koottu tietokantaan (LUOMUS)
Ekosysteemipalveluiden menetykset	Luonnonvarakeskus (Luke), Suomen ympäristökeskus (SYKE), kansainvälisesti HELCOM	Esimerkiksi paikkatietoaineistot metsien kasvusta ja viljelykasvien satotasoista (Luke), pintavesien laatutiedot vesipuitedirektiivin ja meristrategiadirektiivin tietokannoista (SYKE)
Haitallisten vieraslajien leviäminen	Useita vastuutahoja, tekninen toteutus Luonnontieteellinen keskusmuseo (LUOMUS)	Haitallisten vieraslajien esiintymistiedot on koottu Vieraslaji.fi -portaaliin (LUOMUS)
Biomassan alueellinen riittävyys/kestävyys	Luonnonvarakeskus (Luke), Tapio Oy, Suomen ympäristökeskus (SYKE), Itä-Suomen yliopisto, Vaasan yliopisto https://www.luke.fi/biomassa-atlas/	Tietoa biomassoista ja niiden käytöstä, ei toistaiseksi tietoa vaaratekijöistä tms.
Ihmisten sairaudet	Terveystietokeskus (THL), Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto (Valvira), Turun yliopiston aerobiologian yksikkö	Infektiotautien Tartuntatautirekisteri, uimarantojen mikrobiologinen laatu (EU-uimarantojen valvonta THL/EU), talousveden mikrobiologinen laatu (THL, Valvira) Siitepölytiedot
Eläintaudit	Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira)	Eläintautien seuranta
Kasvitaudit	Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira), Luonnonvarakeskus (Luke)	Kasvitautien seuranta
Tautivektorit	Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira), Terveystietokeskus (THL), Zoonosikeskus ⁴⁹ , Luke	Tietoa zoonosien, niiden aiheuttajien, ruokamyrkytys-epidemioiden ja mikrobilääkeresistenssin esiintyvyydestä Suomessa
Kasvituholaiset	Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira), Luonnonvarakeskus (Luke), Suomen metsäkeskus	Maa- ja metsätalouden tuhoeläimet, kirjanpajakuoriaiskannan seuranta ja riskienarviointi (Suomen metsäkeskus)

4.3 Yleisen yhteiskuntakehityksen ennakointi

Kuten SIETO-raportissa 1 on osoitettu, yleinen yhteiskuntakehitys vaikuttaa merkittävästi vaaratekijöille altistumiseen sekä yhteiskunnan ja ihmisten haavoittuvuuteen. **Toimintamallin mukaan tulevaisuuden sää- ja ilmatoriskien arvioinnissa yhteiskuntakehitystä tulee tarkastella mahdollisimman systemaattisesti mahdollisten uusien riskien tunnistamiseksi ja riskien merkityksen tulkitsemiseksi.** Yleistä arviointia yhteiskuntakehityksestä ei ole mielekäästä järjestää erikseen vain sää- ja ilmatoriskien arvioimiseksi. Samoja tietoja tarvitaan kaikkeen pitkäjänteiseen strategiseen suunnitteluun ja yhteiskunnallisen keskustelun

⁴⁹ Zoonosikeskuksen tehtävänä on varmistaa valvonnan ja tutkimuksen tehokas ja jatkuva yhteistyö eläinten ja ihmisen välillä tarttuvien tautien seurannassa ja torjunnassa. Eviran ja THL:n asiantuntijoista muodostuva verkosto koordinoi zoonosi-, ruokamyrkytys- ja mikrobilääkeresistenssiseuranta, sekä kokoaa työn tulokset. <https://www.evira.fi/tietoa-evirasta/esittely/toiminta/zoonosikeskus/>

lun tueksi. **On luontevaa, että valtioneuvoston säännöllisesti toteutettava tulevaisuuskatsaus, jossa käydään läpi laajasti yhteiskunnalliseen kehitykseen vaikuttavia tekijöitä,**⁵⁰ tuottaa perustiedot yhteiskuntakehityksestä myös ilmastoriskien arvioimiseksi.

Sää ja ilmastoriskien tarkastelemiseksi valtioneuvoston tulevaisuuskatsaukseen tulee muodostaa esimerkiksi kaksi tai kolme erillistä yleisskenaariota (ks. SIETO-raportti 151, luku 3), jotka auttavat hahmottamaan mahdollisia yleisiä yhteiskunnallisia kehityskulkuja, joissa vaaratekijät, altistukset ja haavoittuvuudet toteutuvat. Esimerkiksi huoltovarmuuden tarkastelun tueksi on laadittu yleisiä skenaarioita⁵². Tämänkaltaisen systemaattinen jäsentäminen auttaisi myös tulkitsemaan Suomen näkökulmasta globaalissa ilmastomuutoksen tutkimuksissa kehitettyjä yhteiskunnallisia skenaarioita (Shared Socio-economic Pathways, SSP). Tarkastelu palvelisi myös yhteiskunnallisten turvallisuusstrategioiden⁵³ laatimista sekä paikallisen tason tarkasteluja, kuten Kuntaliiton KUJA-hanketta⁵⁴. Luontevaa on, että valtioneuvosto vastaa yleisten yhteiskuntakehityksen skenaarioiden laatimisesta, kuten tähänkin asti.

4.4 Sää- ja ilmastoriskeille altistumisen seuranta ja ennakointi

Sää- ja ilmastoriskeille altistumisen tarkastelu on yleensä tehokkainta toteuttaa toimialoittein. Osa ilmastomuutokseen sopeutumisen indikaattoreista⁵⁵ kuvaa altistumista. Näin ollen seurantaan varten aineistoja on verrattain laajasti käytettävissä (taulukko 4.4, luku 5). Monet altistumista kuvaavat aineistot palvelevat myös muita riskienarvioita (esim. iäkkään väestön asuinpaikat) ja tietotarpeita (lähimmän uimarannan sijainti). Osa aineistoista perustuu tiheään aikavälin operatiiviseen seurantaan, esim. tieliikennemääriin. **Altistumisen ennakointi edellyttää sen sijaan erillisiä hankkeita, joissa tarkastellaan mahdollista kehitystä vaaratekijöiden (luku 5.1) ja yhteiskunnallisten muutosten (luku 4.2) valossa.** Käytettävissä olevia aineistoja on kuvattu yksityiskohtaisesti luvussa 5. **Altistumisen yksityiskohtainen arviointi esimerkiksi kunta- ja maakuntatason päätösten tueksi edellyttää paikkatietopohjaista tarkastelua.** Monet seurattavista muuttujista (luku 5) ovat saatavissa paikkatietona, mutta varsinainen altistumisen seuranta vaatii erillisiä kunta-, maakunta- tai sektorikohtaisia tarkasteluja.

⁵⁰ Valtioneuvosto 2017 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-458-0>

⁵¹ Tuomenvirta ym. 2018

⁵² Huoltovarmuuskeskus 2018 <https://bit.ly/2uWppiU>

⁵³ Turvallisuuskomitea 2017 <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteiskunnan-turvallisuusstrategia-2017/>

⁵⁴ Kuntaliiton KUJA-hanke <https://www.kuntaliitto.fi/asiantuntijapalvelut/yhdyskunnat-ja-vmparisto/tekniikka/yhdyskunnat-ja-vmparisto/turvallisuus/kuja-kuntien-jatkuvuudenhallintaprojekti>

⁵⁵ Arnkil ym. 2017 <http://tapio.fi/metsatietoa/julkaisut-ja-raportit/ilmastomuutokseen-sopeutumisen-indikaattorit-seurannan-tyokaluna-tapion-raportteja-nro-17/>

Taulukko 4.4 Sää- ja ilmastoriskeille altistumisen kehityksen arviointi toimialoittain

Altistuva toimiala	Altistumisen arviointi (seuranta ja ennakointi)
Energia-ala	Seuranta: Alan toimijoiden yhteistyönä (mm. Energiavirasto (EV), Huoltovarmuuskeskus (HVK), Energiateollisuus ry (ET)) energiantuotantolaitokset, jakeluverkostot, energiankulutus Ennakointi: Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM), tutkimus- ja asiantuntijayhteisö ja muut alan sidosryhmät yhdessä ja erikseen laativat suunnitelmia kehityksestä.
Liikenne	Seuranta: Liikennevirasto, Liikenteen turvallisuusvirasto (Trafi) ja muut liikennealan viranomaishot mm. liikenneverkot, -määrät, kulkuneuvot Ennakointi: Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM), alan viranomaiset, tutkimusyhteisö ja muut alan sidosryhmät yhdessä ja erikseen laativat suunnitelmia liikenneverkon kehittämisestä.
Luonnon monimuotoisuus	Seuranta: Ympäristöministeriön (YM) käynnistämät uhanalaisuusarvioinnit ja ilmastomuutoksen etenemisen maantieteellinen tulkinta (ilmastovyöhykkeiden muutokset) Ennakointi: Ympäristöministeriön (YM) tuella toteutuu suojelualueverkosto muuttuvassa ilmastossa (SUMI) -hanke.
Luonnonvara- alat	Seuranta: Muutokset maa-, metsä-, kala-, riista- ja porotalouden altistumiselle todennettavissa Luonnonvarakeskuksen (Luke) pitkäaikaisista seuranta-aineistoista. Tukee ennakointia huomioden eri riskien merkityksen. Ennakointi: Tarkasteltu Luken työssä ja edelleen tarkasteltavissa eri hankkeiden yhteydessä yhdistämällä seurantojen aineistot sääaineistoihin ja ilmastoskenaarioihin.
Rahoitus- ja vakuutustoiminta	Seuranta: Finanssitoimiala seuraa yleisellä tasolla altistumista, tilastointi koskee ennen kaikkea toteutuneita riskejä. Ennakointi: Toteutuneiden riskien ja skenaarioiden avulla finanssitoimiala pyrkii ennakoimaan kehitystä.
Rakennettu ympäristö	Seuranta: Eri tahojen yhteistyössä kokoamat paikkatiedot ja tilastot rakennetusta ympäristöstä sekä alueiden käytön suunnitelmista ja päätöksistä. Tiedot tuotetaan säännöllisesti, ja ne on koottu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) rakennetun ympäristön tietojärjestelmiin. Ennakointi: SYKE:n ja Asumisen rahoitus ja kehittämisselityksen (ARA) ennakointiaineistot yhdyskuntarakenteen, elinympäristön, kaavoituksen ja asumisen suunnittelun tueksi.
Teollisuus	Seuranta: Ympäristöhallinnon paikkatiedon avulla voidaan tunnistaa eri teollisuuslaitosten sijaintia suhteessa tulviin tai sään ääri-ilmiöiden esiintymiseen. Säännöllistä tilastointia altistumisesta ei ole. Ennakointi: Vaaratekijöiden esiintymisskenaarioita on mahdollista yhdistää paikkatietoon teollisuuslaitosten sijoittumisesta. Edellyttää erillistä tarkastelua. Ympäristönsuojelulain mukainen ennaltavarautumisvelvollisuus (15 §) velvoittaa periaatteessa tarkastelemaan myös altistumista sellaisille sään ja ilmaston ääri-ilmiöille, jotka voivat aiheuttaa ko. pykälän mukaisia seurauksia. Ilmastomuutosta ei ole sanana mainittu tarkastelun kohteena, mutta toiminnanharjoittajan on varauduttava "poikkeuksellisten tilanteiden estämiseksi" ja siten oltava tietoinen altistuksesta mm. sään ääri-ilmiöille. Altistumista heijastevaikutuksille ei lainsäädännössä edellytetä arvioitavaksi. Arviointi voidaan tehdä toimialakohtaisesti tarkastelemalla mm. arvoketjuja.
Terveys	Seuranta: Terveysten ja hyvinvoinnin laitos (THL) seuraa sairastapauksia ja epidemioita, mutta ei ilmaston tai sään yhteyttä tapausten määriin. Ennakointi: Erillishankkeissa arvioitu ilmastomuutoksen vaikutusta terveyteen, ei säännöllistä tilastointia.
Vesivarat ja vesihuolto	Seuranta: Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) ylläpitämä vesivarojen ja vesihuollon seurantajärjestelmät ovat kehittyneet, mutta ilmastomuutoksen aiheuttamaa altistumista esimerkiksi heikentyneelle raakaveden laadulle ei rutiiniseurannalla voi selvittää. Ennakointi: Erillisten mallitarkasteluiden avulla voidaan arvioida ilmastomuutoksen potentiaalista vaikutusta veden laatuun.
Virkistyskäyttö/ matkailu	Seuranta: Ilmastomuutoksen merkitys on epäsuorasti arvioitavissa esimerkiksi hiihtoharrastuksen edellytysten seurannassa. Kattavaa arviota virkistyskäytön altistuksesta ei voida toteuttaa nykyisten käytössä olevien seurantamuuttujien avulla. Ilmastomuutoksen mahdolliset välilliset vaikutukset veden laatuun muuttavat myös vesistöjen virkistyskäyttöä. Virkistyskäyttäjien altistuminen veden eri luokkiin on arvioitavissa, mutta ilmastomuutoksen osuutta ei rutiiniseurannalla ole arvioitavissa. Ennakointi: Erillishankkeissa tarkasteltu eräiden virkistyskäyttömuotojen kehitystä käyttäen hyväksi ilmastoskenaarioita.

4.5 Haavoittuvuuden seuranta ja ennakointi

Kuten sää- ja ilmastoriskeille altistumista, niin myös haavoittuvuutta on arvioitava toimialoittain. Haavoittuvuutta voivat kuvata hyvinkin erilaiset aineistot, kuten esimerkiksi väestöä kuvaavat taloudelliset, sosiaaliset ja terveydelliset tunnusluvut, kiinteän omaisuuden

ja infrastruktuurin määrää ja ominaisuuksia kuvaavat aineistot sekä luonnonoloja ja -varoja kuvaavat aineistot ⁵⁶. Haavoittuvuutta ennakoitaessa täytyy huomioida, että **monilla toimialoilla haavoittuvuus on voimakkaasti riippuvainen yleisestä yhteiskunnallisesta kehityksestä** (Taulukko 4.6. seuraavalla sivulla, Luku 4.2). Tämän vuoksi sää- ja ilmastoris- kien arvioinnissa on tärkeää, että oletukset yhteiskuntakehityksestä ovat yhdenmukaiset yli toimialojen.

4.6 Kokoavat riskienarvioinnit

IPCC:n riskimallin mukaisesti tiedot vaaratekijöistä, altistumisesta ja haavoittuvuudesta yhdistetään toimialakohtaisiksi sää- ja ilmastoris- kien arvioinneiksi. Tämän li- säksi on käytettävissä toteutuneiden riskien seurantatietoa, joka ei erittele altistumista ja haavoittuvuutta. Esimerkiksi toteutuneista tulvista, sään ääri-ilmiöiden aiheuttamista onnet- tomuuksista tai vahingoista sekä metsätuhoista on käytettävissä tietoa (taulukko 4.5). Näistä tietoja hyödynnetään ehdotetussa toimintamallissa vertailutietona, joka mahdollistaa riskien kehityssuunnan arvioinnin ja tarvittaessa siihen reagoinnin. Lisäksi tieto toteutuneista ris- keistä ja niiden vaikutuksista tukee vahinkojen synty- ja hallintaprosessin ymmärryksen ja ennakointimallien kehittämistä sekä mahdollistaa kansallisen ja kansainvälisen raportoinnin (mm. Sendain puitesopimuksen mukaisesti).

Taulukko 4.5 Tiedot toteutuneista riskeistä ja niiden tietolähteet

Riski	Tietolähde
Tulvat	Tulvavahinkojen korvaaminen: Suomen ympäristökeskus (SYKE) ⁵⁷ Yksittäistapausten suositukset vakuutusratkaisuksi: FINE-ratkaisutietokannat ⁵⁸ Tiedot tapahtuneista tulvista vahinkoineen ja leviämisalueineen: ympäristöhallinnon tulvatie- tojärjestelmä ⁵⁹
Myrskyt	Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTO: Sisäministeriö ⁶⁰ Sähkönjakelu: Energiateollisuus ry (ET) ⁶¹ Metsät: Luonnonvarakeskus (Luke), Metsäkeskus
Yleiset	Vakuutus: FINE-ratkaisutietokannat ⁶² ; vakuutusyhtiöt Liikenne: Liikenneviraston turvallisuustilastot ⁶³ Terveys: Terveystietokeskus ja hyvinvoinnin laitos (THL) Teollisuus: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (TUKES) ⁶⁴ Ympäristöhallinto

Sää- ja ilmastoris- kien arvioinnin toimintamallissa riskit on tarkoitus kuvata toimialoi- tain kunkin toimialan kannalta relevanteilla muuttujilla. Esimerkiksi luonnon monimuo- toisuuden turvaamisen riskit voidaan esittää tulevaisuuden uhanalaistumiskehityksen muu- toksina eri ilmastoskenaarioissa. Vastaavasti maatalouden riskit voidaan kuvata satovahin- kien todennäköisyyksien ja laajuuksien muutoksina eri ilmastoskenaarioissa.

⁵⁶ Arnkil ym. 2017 <http://tapio.fi/metsatietoa/julkaisut-ja-raportit/ilmastonmuutokseen-sopeutumisen-indikaattorit-seurannan-tyokaluna-tapion-raportteja-pro-17/>

⁵⁷ Suomen ympäristökeskus 20.10.2017 www.ymparisto.fi/tulvavahingot

⁵⁸ FINE Rahoitus- ja vakuutusneuvonta: Ratkaisutietokannat (tulva) https://www.fine.fi/ratkaisutietokannat.html?q=tulva&asiasanat=&n=&category=&kate- goria=&asiaryhma=&vakuutuslaji=&lakipykalat=&reservable_from=&reservable_to=&ratkaisuhaku

⁵⁹ Suomen ympäristökeskus 8.3.2018 <http://www.ymparisto.fi/tietojarjestelmat>

⁶⁰ Prononet.fi-tuotantoympäristö <https://prononet.fi/>

⁶¹ Energiateollisuus ry: Sähkökatkot – Yleistietoa häiriöistä https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiaverkot/sahkokatkot

⁶² FINE Rahoitus- ja vakuutusneuvonta: Ratkaisutietokannat <https://www.fine.fi/ratkaisutietokannat.html>

⁶³ Liikennevirasto 18.5.2016 <https://www.liikennevirasto.fi/tilastot/turvallisuustilastot#VwQtpWcpr6k>

⁶⁴ Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes: Vaurio- ja onnettomuusrekisteri <http://varo.tukes.fi/>

Taulukko 4.6 Sää- ja ilmastoriskeille haavoittuvuuden kehityksen arviointi toimialoittain

Haavoittuva toimiala	Haavoittuvuuden arviointi (seuranta ja ennakointi)
Energia-ala	Seuranta: Energiaviraston valvonta (lait ja säädökset), Energiateollisuus ry:n (ET) tilastot, Tilastokeskus (TK), työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) Ennakointi: TEMin skenaariotyö mm. energia- ja ilmastopolitiikan valmistelu, erilliset hankkeet (esim. valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta (VN TEAS)), Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitran skenaariotyö, alan tutkimusyhteisö
Liikenne	Seuranta: Liikennevirasto, Liikenteen turvallisuusvirasto (Trafi) ja muut liikennealan viranomaistahot seuraavat mm. liikenneverkon kuntoa ja häiriötilanteita, kunnossapidon ja korjausten määrää, ns. "korjausvelan kehitystä", onnettomuuksia Ennakointi: Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM), muut viranomaiset, tutkimusyhteisö ja muut alan sidosryhmät yhdessä ja erikseen laativat skenaarioita.
Luonnon monimuotoisuus	Seuranta: Ympäristöministeriön (YM) johdolla tehtävät uhanalaisuusarviointit ja ilmastomuutoksen merkityksen tarkastelu lajien ja luontotyyppien uhanalaisuusluokittelussa. Ennakointi: Ennakointi osittain uhanalaisarviointin kautta, lisäksi erillisiä tutkimushankkeita (esim. SUMI-hanke)
Luonnonvara-alat	Seuranta: Sopeutumisen tila 2017 ⁶⁵ on tuore ja kattava kooste eri luonnonvara-alojen, maa-, metsä-, kala-, riista- ja porotalouden, haavoittuvuudesta säähaitoilta ja niihin sopeutumisen potentiaalista (luonto, yhteiskunta). Yleinen seurantavastuu on maa- ja metsätalousministeriöllä (MMM). Ennakointi: Eri hankkeiden yhteydessä tuotettu tieto koostettu Sopeutumisen tila 2017 -raporttiin tukeamaan ennakkointia ja sopeutumista. Tarkastelut päivitettävissä eri hankkeiden yhteydessä tiedon karttuessa mm. osana luonnonvara-alojen pitkäaikaisseurantoja.
Rahoitus- ja vakuutustoiminta	Seuranta ja ennakointi: Finanssivalvonnalla on yleinen finanssimarkkinoiden vakauden edellyttämä luotto-, vakuutus- ja eläkelaitosten ja muiden valvottavien seuranta- ja ennakkointitehtävä. Finanssitoimiala pyrkii asiakkaidensa haavoittuvuuden arviointiin.
Rakennettu ympäristö	Seuranta: Rakennetusta ympäristöstä on käytettävissä runsaasti tietoa, joista voi tehdä yleisiä johtopäätöksiä haavoittuvuudesta mm. sään ääri-ilmiöille tai tulville. Yleinen seurantavastuu on ympäristöministeriöllä (YM). Ennakointi: Rakennetun ympäristön kehityssuunnitelmia voidaan arvioida haavoittuvuusnäkökulmasta katsottuna.
Teollisuus	Seuranta: Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) VARO-rekisteri ⁶⁶ antaa tietoa toteutuneista onnettomuuksista ja viitteitä sää- ja ilmastotekijöiden merkityksestä. Kaivoksille ja eräille suurille teollisuuslaitoksille on laadittu arviot ("stressitestit") lähinnä haavoittuvuudesta tulville. Ympäristönsuojeluviranomaisilla yleisvastuu valvonnan kautta. Ennakointi: Ympäristönsuojelulain 15 §:n edellyttämä ennaltavaraautumisvelvollisuus antaa periaatteissa mahdollisuuksia ennakoita laitosten kohtaisesti haavoittuvuutta ilmastomuutokselle, mutta tätä näkökulmaa ei tähän asti ole korostettu ⁶⁷ . Heijastevaikutusten arvioinnin tueksi ei ole säädöspohjaa, vaan arvioinnit on laadittava erillisinä hankkeina toimialoja tai yrityksiä koskevinä.
Terveys	Seuranta: Terveystieteen ja hyvinvoinnin laitos (THL) seuraa tartuntatauti- ja kroonisten sairauksien määrää ja suomalaisten terveydentilaa. Terveystieteen ja hyvinvoinnin laitos, THL, Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto (Valvira) ja EU seuraavat uimarantojen määrää ja uimavesien mikrobiologista laatua, mutta tietoa ei koota keskitetysti. Sosiaali- ja terveysministeriö (STM), THL ja viranomaistahot seuraavat talousvesien mikrobiologista laatua ja siihen vaikuttavia poikkeustilanteita. Ennakointi: Talousvesilaitokset huomioivat uhat omassa riskienarvioinnissaan.
Vesivarat ja vesi-huolto	Seuranta: Hydrologinen havaintoverkko ja vedenlaatu- ja vedenpuhtausluokittelut. Maa- ja metsätalousministeriö (MMM) ja sosiaali- ja terveysministeriö (STM) seuraavat kehitystä valtakunnallisesti yhteistyössä. Vesi- ja viemärihuollon osalta Vesilaitosyhdistyksen (VY) tiedot sekä Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) vesi- ja viemärihuollon tietojärjestelmä VEETI Ennakointi: Eri hankkeissa koottu tieto yhteistyössä SYKE:n ja muiden alan toimijoiden kanssa.
Virkistyskäyttö ja matkailu	Seuranta: Ei kattavaa tarkastelua, esimerkinomaisia arvioita esimerkiksi lähialueensa hiihtomahdollisuuksien menettämisen määrästä. Yksiselitteistä vastuuta seurannasta ei ole, mutta esimerkiksi Tilastokeskus (TK) kerää tietoa mm. ajankäyttötutkimuksissa ⁶⁸ , jota voi käyttää lähtökohtana haavoittuvuuden kehityksen arvioimisessa. Ennakointi: Erillisiä tutkimushankkeita, ei kattavaa tai systemaattista ennakkointia

⁶⁵ Peltonen-Sainio ym. 2017 <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/538722>

⁶⁶ Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes: Vaurio- ja onnettomuusrekisteri <http://varo.tukes.fi/>

⁶⁷ Hietamäki ym. 2016 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4609-1>

⁶⁸ Suomen virallinen tilasto (SVT): Ajankäyttö <https://www.stat.fi/til/akay/tau.html>

Riskejä voi pyrkiä yhdenmukaistamaan, jotta voitaisiin laskea, mikä on yhteiskunnallisesti optimaalinen panos riskien vähentämiseen. Sellaisen arvion laatiminen on kuitenkin työlästä ja kallista, sillä riskien tekeminen keskenään vertailukelpoisiksi on teknisesti vaativa tehtävä. Lisäksi arvot ja arvostukset, joita pystytään määrittämään tieteellisesti vain rajoitetusti, vaikuttavat voimakkaasti johtopäätöksiin. Esimerkiksi satovahinkojen taloudellisia seurauksia voidaan verrata metsätalouden taloudellisiin vahinkoihin, mutta näiden vertaaminen esimerkiksi terveysmenojen muutoksiin tai luonnon monimuotoisuuden heikkenemiseen edellyttää arvosidonnaisten oletusten tekemistä asioista, joilla ei ole lainkaan markkina-arvoa tai joilla on vain epäsuora markkina-arvo.

Tarkastelu eri toimijoiden sää- ja ilmatoriskien arviointien tarpeesta osoitti, että Suomessa tarvitaan sekä yleiskuva valtakunnallisesta tilanteesta että maakunnallisia ja kuntatason tarkasteluja (luku 2). Merkittävä osa riskienarvioinneissa tarvittavista tiedoista on periaatteessa käytettävissä paikkatietoina (luku 5). **Laajan kansallisen sekä maakunnallisen ja paikallisen riskienarvioinnin tekeminen, jossa samanaikaisesti tarkastellaan monta eri alueellista tasoa, on siten teoriassa mahdollista, mutta se vaatisi huomattavia voimavaroja.** Se ei todennäköisesti olisi tehokas panostus, koska eri sektoreilla ja eri maakunnissa riskienarviointien tarve ei toteudu samanaikaisesti eikä samoin painotuksin esimerkiksi vaaratekijöiden suhteen.

Kansainvälisesti on kehitetty riskienarviointeja varten portaaleja, jotka toteuttavat avoimen tiedon periaatteet, ja joissa tietoa on mahdollista kehittää jatkuvasti. Sää- ja ilmatoriskien arvioinnin toimintamallin lähtökohtana on, että riskienarvioinnit tallennetaan siten, että syntyy arviointien jatkumo. Yhtenäinen tietovaranto, johon laaditut riskienarvioinnit ja arvioinnin työkalut sekä indikaattorit voidaan tallentaa, luo perustan jatkuvalle oppimiselle ja kehitystyölle.

Suomessa Ilmasto-opas.fi-sivusto toimii portaalina, johon on koottu olennaista tietoa ilmastomuutoksen vaikutuksista sekä työkaluja riskienarviointien toteuttamiseksi. **On siten perusteltua kehittää Ilmasto-opasta edelleen siten, että se tarjoaa eri tahoille mahdollisuuksia myös tallentaa sinne laadittuja riskienarviointeja.** Lisäksi tutkimuslaitosten (Suomen ympäristökeskuksen ⁶⁹, Ilmatieteen laitoksen ⁷⁰ ja Luonnonvarakeskuksen ⁷¹) avoimesti saatavilla olevat tietoaineistot sekä yleiset toimet avointen aineistojen edistämiseksi ⁷² tarjoavat uusia mahdollisuuksia tehdä kohdennettuja kokoavia riskienarviointeja. Yksi esimerkki uusista riskienarvioinneista on kriittisen infrastruktuurin häiriön sietokyvyn mittaaminen (ks. tietolaatikko). **Avoimien aineistojen kehittyessä edellytykset laatia erityisiä riskienarviointeja paranevat.**

Kriittisen infrastruktuurin häiriönsietokyvyn mittaaminen

Riitta Molarius, VTT

Viime vuosikymmenten ajan yritykset ja yhteisöt panostivat ensin riskien hallintaan (tunnistamatonta riskiä ei voi hallita), ja sittemmin haavoittuvuuksien hallintaan (kaikkia riskejä ei kuitenkaan voida tunnistaa). Koska maailma on muuttunut viime vuosien aikana myös kehittyneissä maissa hyvin epävarmaksi keskinäisriippuvuuksien ja esimerkiksi terrorismin ja kyberuhkien nousun vuoksi, on tullut ilmeiseksi, että kaikkia vaaratekijöitä ja niiden yhdistelmiä tai haavoittuvuuksia ei voida tunnistaa ja hallita. Siksi viime vuo-

⁶⁹ Suomen ympäristökeskus 12.3.2018 <http://www.syke.fi/avointieto>

⁷⁰ Ilmatieteen laitos 4.7.2018 Ilmatieteen laitoksen avoin data ja lähdekoodi <https://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data>

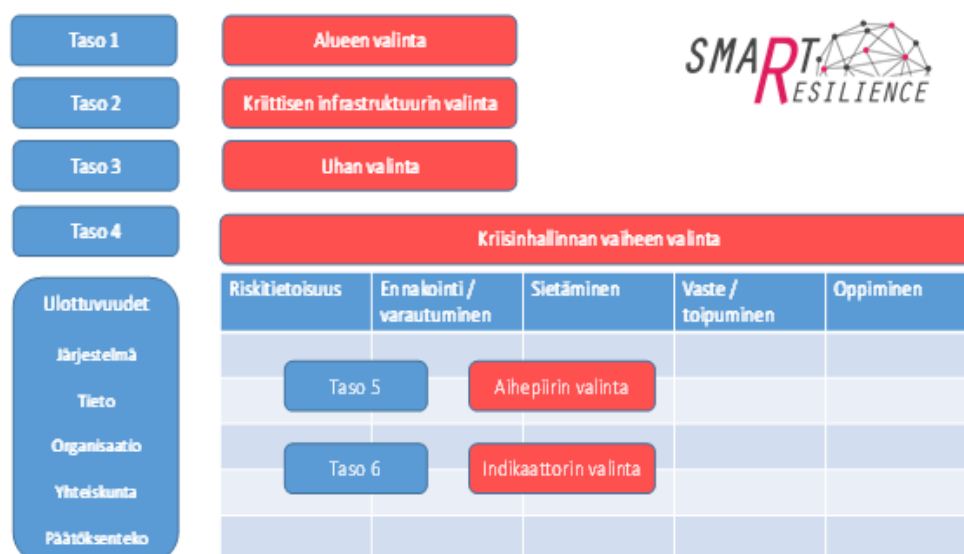
⁷¹ Luonnonvarakeskus <https://opendata.luke.fi/>

⁷² Väestörekisterikeskuksen (VRK) ylläpitämä kansallinen Avoindata.fi-palvelu <https://www.avoindata.fi>

sina kriittisen infrastruktuurin kohdalla on keskitytty organisaatioiden resilienssiin eli häiriön sietoon. Termi viittaa järjestelmän kykyyn ylläpitää toimintaansa häiriötilanteissa, palautua häiriöistä nopeasti, ja jopa vahvistua niiden seurauksena. Resilienssi-käsitteen alkuperä on psykologiassa (yksilön kyky selvitä traumaattisista tilanteista) ja luonnontieteissä (organismien kyky selvitä muuttuvissa ympäristöolosuhteissa).

EU:n H2020-ohjelman SmartResilience-hankkeen tavoitteena on kehittää kriittisten infrastruktuurien toiminnallisuuden ja resilienssin älykästä mittaamista. Häiriönsietokykyä voidaan arvioida toimintaa mittaavien indikaattoreiden avulla. Olemassa olevia, resilienssin mittaamiseen soveltuvia indikaattoreita tunnistetaan erilaisten tapaustutkimusten avulla. Lisäksi hankkeessa pyritään löytämään mahdollisia uusia ”älykkäitä” indikaattoreita, eli indikaattoreita, joita voidaan mitata esimerkiksi big datan avulla, tai joita mitataan jo mutta joita ei ole osattu aiemmin hyödyntää toiminnan tason mittaamisessa. SmartResilience-hankkeessa luodaan menettelytapa ja työvälineet kriittisen infrastruktuurin resilienssin tason laskemiseen. Työkalun avulla voidaan analysoida järjestelmän häiriönsietokykyä ja siten myös toipumiskykyä eri kriisienhallinnan vaiheissa: varautumisessa, itse häiriötilanteessa, toipumisvaiheessa jne. Tarkasteltavina järjestelminä ovat muun muassa energia, liikenne, terveydenhoito ja vesihuolto.

Resilienssin tason laskeminen perustuu hierarkkiseen menettelytapaan, joka etenee kuuden tason kautta (kuva 4.3). Ensimmäisellä tasolla valitaan maantieteellinen alue tai esim. kaupunki, jota käsitellään. Seuraavaksi valitaan käsiteltävä kriittinen infrastruktuuri (taso 2) ja uhka (taso 3), jonka suhteen resilienssiä määritetään. Tasolla 4 valitaan tarkasteltava kriisienhallinnan vaihe. Tämän jälkeen tasoilla 5 ja 6 tulee valita yhtä aikaisesti käsiteltäviksi aihepiiri (mikä tekijä vaikuttaa toipumiskykyyn) ja siihen liittyvät indikaattorit (miten edellä mainittuja tekijöitä voidaan mitata). Esimerkiksi aihepiirinä voi olla ”varautuminen häiriötilanteeseen” ja sen mittarina ”valmiusharjoitusten määrä / 3 vuotta”. Indikaattoreille annetaan lopulta arvo asteikolla 1(heikko taso) - 5 (erinomainen taso). Menetelmä laskee tarkasteltavan järjestelmän eri kriisienhallinnan vaiheille kullekin oman resilienssin tason.



Kuva 4.3. Resilienssiä mittaavan arvon määrittäminen ⁷³.

⁷³ Smart Resilience -hanke <http://www.smartresilience2.eu-vri.eu/>

5 HAAVOITTUVUUKSIEN, ALTISTUMISEN JA RISKIEN ARVIOINTIA TUKEVAT AINEISTOT

Tässä luvussa tarkastellaan lukua 4 yksityiskohtaisemmin eräitä sää- ja ilmatoriskien arviointiin käytettävissä olevia keskeisiä aineistoja ja aineistojen keräyksessä tapahtuvaa kehitystä. Lisäksi kuvataan käytössä olevia aineistoja ja arvioidaan niiden käyttökelpoisuutta. Sellaisilla toimialoilla, joilla toteutuneilla riskeillä voi olla merkittäviä taloudellisia, terveydellisiä tai yhteiskunnallisia vaikutuksia, osa toimijoista laatii kvantitatiivisia riskienarvioita lakien ja säädösten vaatimuksesta (esim. rakenteiden kestävydestä) tai hinnoitellakseen riskien jakamisen (esim. vakuutusyhtiöt). **Eräillä toimialoilla suositellaan käyttämään nykyistä enemmän kvantitatiivisia arvioita riskeistä⁷⁴. Tämä tulee lisäämään erilaisten tietoa-aineistojen merkitystä. Erityistä huomiota kiinnitetään pitkäjänteisten aineistojen tarpeeseen, sillä ilmastonmuutoksen ja siihen liittyvien tulevaisuuden riskien arviointi edellyttää, että nykytilaan johtanutta kehitystä kyetään seuraamaan. Uudet teknologiat ja tietolähteet voivat täydentää kuvaa ilmastonmuutoksesta ja parantaa edellytyksiä ennakoita altistumisen ja haavoittuvuuden kehitystä.**

5.1 Paikkatietopohjaiset altistumis- ja haavoittuvuusaineistot

5.1.1 Paikkatiedon tarve riskienarvioinneissa

Paikkatieto on tietoa kohteista ja ilmiöistä, joiden maantieteellinen sijainti tunnetaan. Paikkatietoa tuotetaan kaikilla aloilla ja tasoilla, ja suurta osaa yhteiskunnassa kerätystä tiedosta voidaan käsitellä paikkatietona.

Paikkatietoaineistot ovat tärkeässä roolissa sää- ja ilmatoriskien arvioinnissa, sillä vaaratekijät, haavoittuvuus ja altistuminen ovat voimakkaasti riippuvaisia alueellisista ominaispiirteistä. **Sää- ja ilmatoriskien arvioinnissa avoimia paikkatietojärjestelmiä tarvitaan mm. altistumisen ja haavoittuvuuden arvioinnissa.**

Eri ilmiöiden aiheuttamasta vaarasta ja alueellisista eroista on melko hyvä käsitys nykytilanteessa, ja osittain myös ennakoitavassa tulevassa ilmastossa. Vaara ja sen vaikutusmekanismi ovat ennen kaikkea luonnontieteellisiä ilmiöitä, toisin kuin haavoittuvuus ja altistuminen. Jälkimmäisten arviointi perustuu lähes poikkeuksetta olemassa olevien paikkatietoaineistojen hyödyntämiseen, mutta esimerkiksi käytettävät aineistot, niiden tarkkuus ja ajantasaisuus vaihtelevat riippuen arvioinnin toteuttajasta.

Sää- ja ilmatoriskien arvioinnin tulisi perustua mahdollisimman yhtenevien haavoittuvuus- ja altistumistietojen käyttöön, monialaisten vaikutusketjujen tunnistamiseen sekä mahdollisuuteen tarkentaa kansallisia arvioita tarvittaessa tarkempien alueellisten tietoaaineistojen perusteella. Tämä edellyttää, että paikkatietojen hyödyntämiseksi käytetään mahdollisimman yhteneviä menetelmiä.

Eri tahojen tuottamien paikkatietojen yhteensopivuus on keskeinen edellytys esimerkiksi Kansallisen ilmastonmuutokseen sopeutumis suunnitelman 2022⁷⁵ tavoitteen ”toimijoilla on

⁷⁴ UNISDR 2018 <https://www.unisdr.org/we/coordinate/hfa-post2015>

⁷⁵ Maa- ja metsätalousministeriö 2014 <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80301>

käytössä tarvittavat ilmatoriskien arviointi- ja hallintamenetelmät” saavuttamiseksi. **Tässä luvussa on tunnistettu eri tahojen tuottamia sää- ja ilmatoriskien arvioinnissa olennaisia paikkatietoja, tietotarpeita sekä uusia mahdollisuuksia** lähinnä paikkatietopoliittisen selonteon ⁷⁶, erityisesti julkishallintoa koskevan taustaselvityksen ⁷⁷, perusteella.

5.1.2 Nykytila paikkatiedon käyttämisestä riskienarvioinnissa

Paikkatiedon käyttöarvo on kasvanut, koska eri kohteiden paikannus metrien tarkkuudella on helposti saatavilla. Monet laitteet tai sovellukset keräävät sijaintitietoja huomaamattamme. Paikkatietoa syntyy erilaisin kartoitusmenetelmin, esimerkiksi osana hallinnollisia prosesseja sekä yhdistämällä ja jalostamalla eri tietoaaineistoja ja rekisteritietoja. ⁷⁸

Paikkatietoaaineistoissa ja -palveluissa on puutteita riskienarvioinnin näkökulmasta katsottuna. Toimintamallit ja käytännöt ovat mm. osittain vanhentuneita, erilaisia käytäntöjä on vaikea sovittaa yhteen, uusia käytäntöjä vierastetaan, kehittämisresurssit ovat niukat, tai yhteistyörakenteet ovat lyhytaikaisia tai puutteellisia. Valtakunnallisesti on käynnissä monia yhteistyöhankkeita, jotka tähtäävät paikkatietoaaineistojen kehittämiseen, harmonisointiin, laadun parantamiseen tai paikkatiedon jakelun ja hyödyntämisen edistämiseen ⁷⁹:

- Paikkatietoalusta (2017–2020, vastuu maa- ja metsätalousministeriö (MMM))
- Envibase (2015–2018, Suomen ympäristökeskus (SYKE))
- Kansallinen maastotietokanta (2015–, Maanmittauslaitos (MML))
- Metsätieto ja sähköiset palvelut (2016–, MMM)
- ASREK – sähköinen asunto-osakerekisteri (2016–2025, MMM)
- KIRA-digi (2016–2018, ympäristöministeriö (YM))
- Meritietoportaali (2016–2019, SYKE)
- Oskari-verkosto (2014, MML)
- oGIIR (2017–2019, MML)

Projektiluontoisten aineistojen hyöty on usein olematon monien epäsäännöllisten tai hitaasti kehittyvien sää- ja ilmatoriskien arvioinnissa. **Aineistojen jatkuvuus on varmistettava kehityssuuntien ja vaikutusmekanismien tunnistamiseksi sekä epävarmuuksien pienentämiseksi.** Ilman aikasarjaa ja usein alueellisesti rajattuna, projektiaineistot soveltuvat lähinnä kansallisella tasolla tuotetun tiedon laadun varmistamiseen tai tarkentaviin alueellisiin arvioihin. Projektiaineistoista johtuen valtakunnallinen tieto ei ole aina yhteismitallista ja pirstoutuu, kun mm. kuntien, järjestöjen ja yritysten osapuolet toimivat ja tuottavat tietoa eri tavoin. Historiatieto on usein epätarkkaa, se on lyhyeltä ajanjaksolta tai sen alueellinen kattavuus on muuttunut. Esimerkiksi tarkkaa satelliittipaikannukseen perustuvaa sijaintitietoa ei ole ollut käytettävissä vielä niin pitkään, että riskienarvioinnit voitaisiin luotettavasti perustaa satelliittiaineiston muutos- ja kehitystietoihin. **Kansallisen sää- ja ilmatoriskien arvion tulisi mahdollisimman suurelta osin perustua julkishallinnon tuottamiin pysyviin ja pitkäaikaisiin aineistoihin.**

Osa tiedoista on salaisia, mikä aiheuttaa rajoituksia tiedon esittämistarkkuuteen sekä haavoittuvuuden ja altistumisen mallintamiseen. Salassa pitämisen peruste voi olla kansallinen

⁷⁶ Maa- ja metsätalousministeriö: Paikkatietoselonteko <http://mmm.fi/paikkatietoselonteko>

⁷⁷ Rainio 2017 <https://bit.ly/2LGkVYG>

⁷⁸ Rainio 2017 <https://bit.ly/2LGkVYG>

⁷⁹ Rainio 2017 <https://bit.ly/2LGkVYG>

turvallisuus, kansantaloudellinen merkittävyys, eliölajien uhanalaisuus, viranomaisen toimintaedellytykset, liikesalaisuudet tai yksityisyyden suoja. Käyttöoikeus on yleensä joillain organisaatioilla, mutta tietojen luovuttaminen tai esittäminen, ainakaan yksilötasolla, ei ole yleensä mahdollista. Esimerkiksi pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTO tai vakuutusyhtiöiden maksamat luonnonvahinkokorvaukset ovat aineistoja, joista ei saa esittää tarkkaa sijaintitietoa.

Paikkatietoaineistot tai niiden metatiedot ovat useissa palveluissa, ja niissä on osittain päällekkäisiä tietoja. Paikkatietoaineistoja on saatavilla tiedostopalveluina, joita käytetään latausportaaleista tai rajapintapalveluina. Paikkatiedon tarvitsijan voi olla vaikea tietää, missä palvelussa aineisto on saatavilla. INSPIRE-direktiivin⁸⁰ myötä valtion aineistojakeluun on tullut ja on edelleen tulossa parannuksia. Esimerkiksi Ilmatieteen laitos on julkaissut uuden yksinkertaisen latauspalvelun⁸¹. Tietojen käytettävyyttä hankaloittavat myös käytössä olevat erilaiset koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät sekä eri ohjelmistojen tietoformaattivaatimukset⁸².

5.1.3 Paikkatietoa ohjaavat säädökset, standardit ja suositukset

Paikkatiedon tuottamista, jakelua ja käyttöä ohjaavat useat säädökset, standardit ja suositukset. Paikkatietoinfrastruktuurin ideana on INSPIRE-direktiivin⁸³ mukaisesti, että yhteiskunnassa tuotettu paikkatieto on kaikkien sitä tarvitsevien saatavilla yhtenäisen käytännön mukaan siinä laajuudessa kuin säädökset sallivat tiedon luovuttamisen eri osapuolille eri käyttötarkoituksiin. **Paikkatietoinfrastruktuurista vastaa suurelta osin julkinen hallinto**

⁸⁴ ⁸⁵ ⁸⁶ ⁸⁷

Paikkatietoinfrastruktuurin tavoitetilaa kuvaa julkisen hallinnon paikkatiedon viitearkkitehtuuri⁸⁸. Se kuvaa paikkatiedon hallinnan, jalostamisen ja julkaisemisen toiminnalliset perusrakenteet ja määrittelee linjaukset paikkatietojen kansallisen yhteentoimivuuden ja yhteiskäytöisyyden aikaansaamiseksi. Standardien soveltaminen ohjeistetaan julkisen hallinnon suositusten (JHS)⁸⁹ avulla. Vuonna 2016 julkaistun paikkatietoinfrastruktuurin kehittämisen⁹⁰ tavoitteita ovat:

- organisaatiot jakavat paikkatietoaan muiden käyttöön
- paikkatiedon avoimuus, löydettävyys ja saatavuus paranevat sekä tarjonta kasvaa
- järjestelmien ja sovellusten yhteentoimivuus paranee ja tiedon käyttöönotto nopeutuu
- tiedolla johtamisen ja demokraattisen päätöksenteon edellytykset paranevat
- paikkatiedon hyödyntäjät saavat kattavampaa palvelua.

⁸⁰ INSPIRE knowledge base <http://inspire.ec.europa.eu>

⁸¹ Ilmatieteen laitos: Havaintojen lataus <http://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#/>

⁸² Rainio 2017 <https://bit.ly/2LGkVYG>

⁸³ INSPIRE knowledge base <http://inspire.ec.europa.eu>

⁸⁴ Laki paikkatietoinfrastruktuurista (421/2009) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090421>

⁸⁵ Laki paikkatietoinfrastruktuurista annetun lain muuttamisesta (1502/2015)

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151502>

⁸⁶ Valtioneuvoston asetus paikkatietoinfrastruktuurista (725/2009) <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090725>

⁸⁷ Valtioneuvoston asetus paikkatietoinfrastruktuurista annetun valtioneuvoston asetuksen 1 ja 5 §:n muuttamisesta (922/2014) <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140922>

⁸⁸ Avoindata.fi: Paikkatiedon viitearkkitehtuuri <https://www.avoindata.fi/data/fi/dataset/paikkatiedon-viitearkkitehtuuri>

⁸⁹ JHS-suositukset (Julkisen hallinnon suositukset) www.jhs-suositukset.fi

⁹⁰ Maa- ja metsätalousministeriö 2016 <https://mmm.fi/maanmittaus-ja-paikkatiedot/paikkatietoinfrastruktuurin-kehittaminen>

5.1.4 Riskienarvioinnin kannalta tärkeät valtakunnalliset paikkatietoaineistot

Julkinen hallinto tuottaa paikkatietoa kaikilla hallinnon aloilla ja tasoilla. Valtion virastojen ja laitosten tuottamia valtakunnallisia paikkatietoaineistoja lienee noin 300 ⁹¹. Lisäksi tutkimuslaitoksissa sekä yliopistoissa tuotetaan suuria määriä alueellisia ja paikallisia tutkimusaineistoja. Kunnissa tuotetaan ja ylläpidetään eri tehtävissä kymmeniä paikkatietoaineistoja. Osa kuntien prosesseissa syntyvistä paikkatiedoista kootaan valtakunnallisiin tietojärjestelmiin.

Paikkatietopoliittisen selonteon julkishallintoa koskevassa selvityksessä ⁹² on kuvattu kattavasti ajantasainen (4/2017) paikkatietoaineistotilanne. Sää- ja ilmatoriskien keskeisten paikkatietojen yhteiskäytön tehostamiseksi pitäisi tunnistaa aineistoja, joita hyödynnetään useissa prosesseissa ja sopia näiden käsittelyvastuista. **Toimintamallin mukaisessa sää- ja ilmatoriskien arvioinnissa tulisi liitteenä olla päivitettävä luettelo paikkatietoaineistoista sää- ja ilmatoriskeittäin sekä kooste aineistoista, jotka eivät vielä ole käytössä, mutta voisivat tuoda lisäarvoa arviointeihin.**

5.1.5 Paikkatietojen käyttö maakunnissa ja kunnissa sekä tietojen alueellinen tarkentaminen

Kunnan toimialoista paikkatiedon tuottaminen ja ylläpito tapahtuvat pääosin kaavoituksessa, kiinteistö- ja mittauslaitoksissa sekä ympäristötoimissa ⁹³. Paikkatietoa hyödynnetään edellisten lisäksi yhä laaja-alaisemmin mm. päätöksenteon tukena ja palautteen keräämisessä. Monet kuntien tuottamat tiedot kootaan valtakunnallisiin tietojärjestelmiin. Virastoilla ja tutkimuslaitoksilla (esim. Geologian tutkimuskeskus (GTK), Ilmatieteen laitos (IL), Maanmittauslaitos (MML), Liikennevirasto, Suomen ympäristökeskus (SYKE), Tilastokeskus (TK) ja Väestötietokeskus (VRK)) on laajaa yhteistyötä kuntien kanssa.

Tiettyjen kuntien kokoamien aineistojen, kuten Rakennus- ja huoneistorekisterin (RHR), tietojen alueellinen yhteensopivuus tulisi varmistaa siten, että määriteltäisiin jokin tietty vähimmäistaso ja -tarkistusväli, jotta tietoja voitaisiin valtakunnan tasolla hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti ilman suuria tietoaukkoja. Suuremmissa kaupungeissa rakennetun ympäristön kohdetietoja pidetään ajan tasalla jatkuvasti tai määrävälein, mutta monissa kunnissa ajantasaistus tapahtuu vain merkittävien kaavoitushankkeiden yhteydessä. Kunnissa on kuitenkin paljon valtakunnallisia aineistoja tarkempia tietoja (kuten ortokuvat ja laserkeilauksen pistepilvet). Molempiin suuntiin tapahtuvan tietojen tarkentamisen mahdollisuuden vuoksi on tärkeää varmistaa, että valtakunnalliset aineistot ovat yhteensopivia kuntien erilaisten tarkempien aineistojen kanssa. Yhteensovittamisessa on otettava huomioon kuntien erilaiset resurssit ja tarpeet sekä useiden kuntien tehtävien siirtyminen maakuntiin.

Kunnat huolehtivat laajalti monista paikkatietoaineistoistaan ja niiden ylläpidosta itse ja osin yhteistyössä konsulttien kanssa, mutta jatkossa myös entistä enemmän seudullisesti muiden kuntien kanssa. Tavoitteena tulisi olla, että tieto talletetaan ja päivitetään keskitetysti. Vaara- ja haavoittuvuusaineistot on perusteltua koota keskitettynä palveluna maakunnille. Esimerkiksi maakuntahallinnossa tarvittavista vesitalouden asiantuntija-, tieto- ja tutkimuspalveluista on käynnistetty selvitys ⁹⁴. Kuntien omat paikkatietojärjestelmät ja rajapintapalvelut ovat yleistymässä, jolloin eri järjestelmissä tuotetut ja ylläpidetyt tiedot ovat helpommin

⁹¹ Rainio 2017 <https://bit.ly/2LGkVYG>

⁹² Rainio 2017 <https://bit.ly/2LGkVYG>

⁹³ Rainio 2017 <https://bit.ly/2LGkVYG>

⁹⁴ Maa- ja metsätalousministeriö 2018 https://mmm.fi/documents/1410837/1708267/Kansallinen+paikkatietostrategia_2017_2018.pdf

eri sovellusten ja palvelujen käytettävissä. Esimerkiksi kuntien tekemät tarkemmat riskien-tarkastelut saadaan siten helpommin osaksi valtakunnallisia aineistoja ja muiden kuntien tietoon. **Valtakunnallisen paikkatiedon kokoaminen tulisi perustua kuntien järjestelmien rajapintapalveluihin tai kuntatietopalveluun, jotta se ei aiheuta ylimääräistä työtä kunnissa tai maakunnissa.**

5.1.6 Paikkatietojen kehitysnäkymiä

Kansallisen paikkatietostrategian 2018⁹⁵ toimeenpano palvelee myös sää- ja ilmasto-riskien arvioinnin kehittämistä ja on siten esitetyn toimintamallin olennainen osa.

Paikkatietostrategian tavoitteena on laadukkaat ja helpokäyttöiset paikkatiedot, toiminnan ja palveluiden tehostaminen, toimiva yhteistyö sekä hyvä osaaminen hyödyntämisen tehostamiseksi. Kaikki keskeiset paikkatietoaineistot on tarkoitus koota samaan hakupalveluun⁹⁶, ja vastuunjakoa tiedon tuottamisesta selkeytetään. Toteutuessaan tämä tehostaa huomattavasti hajallaan olevaa sää- ja ilmatoriskien arviointia ja tietojen yhteiskäyttöä.

Yksi suurimmista paikkatiedon laadun, ajantasaisuuden ja tarkkuuden kehittymiseen vaikuttavista tekijöistä on uusien teknologioiden kehittyminen. Satelliittihavainnot, laserkeilausmenetelmät, digitaalinen kuvaus sekä tarkka, avustettu satelliittipaikannus arkipäiväistyvät, ja niiden kustannukset laskevat⁹⁷. **Sää- ja ilmatoriskien arvioinnin tietopohja paranee, kun tietoa saadaan lähes reaaliaikaisesti käyttöön ja tapahtuneiden ilmiöiden vaara- ja vaikutustiedot saadaan pienellä työmäärällä ja lyhyellä varoitusaajalla paikkatiedoiksi.** Uusien toimintamallien kautta tiedon julkaisussa voidaan noudattaa EU:n velvoitteita ja tietoa voidaan visualisoida entistä suoraviivaisemmin huomioiden tuottajien ja käyttäjien tarpeet⁹⁸.

Kehitteillä oleva säävaikutustietokanta tarjoaa jatkossa järjestelmällisesti tietoa sää- ja ilmatoriskien vaikutuksista myös sijaintitiedon osalta. Kansalaishavainnoinnin ja joukkoistamisen avulla saadaan uutta tietoa sekä päästään tarkastelemaan aikaisemmin tehtyjen arviointien tarkkuutta suhteessa todellisiin tapahtumiin (ks. myös luku 5.6). Tiedon avoimuuden lisääntyminen mahdollistaa yksityisten henkilöiden tai yritysten tietotuotteiden kehittämisen, jatkojalostamisen ja hyödyntämisen⁹⁹. Yhtenäistä sää- ja ilmatoriskien arviointia edistää myös siirtyminen rakennetun ympäristön kolmiulotteisiin malleihin, saavutettavuusanalyysien kehittyminen, viranomaisille tarkoitettu liikenteen ajantasainen reitityspalvelu, eri aineistojen yhteiset ja pysyvät luokitukset ja koodistot sekä eri ruutuaineistojen yhteensovittaminen.

Sää- ja ilmatoriskien sekä sopeutumisen seurantaa edistäisi visioitu, keskitetty indikaattoripalvelu¹⁰⁰, jonka avulla voisi määritellä paikkatietoon perustuvia indikaattoreita ja näistä rakentuvia indeksejä. Sää- ja ilmatoriskien indikaattorit voitaisiin tarkastella erikseen, tulkita sanallisesti ja sovittaa keskitetysti määrääjain yhteen mm. Sendain puitesopimuksen¹⁰¹ toimeenpanon tietotarpeiden kanssa.

⁹⁵ Maa- ja metsätalousministeriö 2018

⁹⁶ Rainio 2017 <https://bit.ly/2LGkVYG>

⁹⁷ Rainio 2017 <https://bit.ly/2LGkVYG>

⁹⁸ [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Envibase/Uutiset/Digitalisaatiohankkeen_tuloksia_ja_kokem\(46253\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Envibase/Uutiset/Digitalisaatiohankkeen_tuloksia_ja_kokem(46253))

⁹⁹ <http://vm.fi/avoin-tieto>

¹⁰⁰ Rainio 2017 <https://bit.ly/2LGkVYG>

¹⁰¹ UNISDR 2018 <https://www.unisdr.org/we/coordinate/hfa-post2015>

5.1.7 Ehdotukset eri tahojen tuottamien paikkatietoaineistoihin perustuvien riskienarviointien yhtenäistämiseksi

1. Yhtenäistetään prosesseja

Perustoiminnot, kuten tietyt paikkatietopohjaiset valtakunnalliset sää- ja ilmastoriskien arviot olisi perusteltua keskittää tietyille julkishallinnon tahoille, jotka myös varmistaisivat yhteentoimivuuden. Lisäksi tarvitaan yhtenäiset standardit ja rajapinnat, joita voisi hyödyntää hakupalveluissa ¹⁰². Tietojen avaaminen, tietotuotteiden tekeminen ja datan soveltaminen voisi siirtyä enemmän yrityksille. Julkisista toimijoista voisi tulla sää- ja ilmastodatan tuottajia ja tarjoajia, yritysten kumppaneita sekä laadun ja pelisääntöjen varmistajia.

Kattavan sää- ja ilmastoriskitiedon sisältävän hakupalvelun toteuttaminen helpottaisi tiedon hakua ja säästäisi jatkossa käyttäjien ja ylläpidon kustannuksia. Tietojen jakelun ja prosessoinnin keskittämisellä ehkäistäisiin päällekkäistä työtä. Kaikkien sää- ja ilmastoriskien arvioinnissa tarvittavien paikkatietojen tuottamista ja prosessointia tulisi käsitellä yhtenä kokonaisuutena riippumatta aineistojen tuotantotavasta tai siitä, minkä laitoksen toimialaan riskit kuuluvat. Synergiahyötyjä saataisiin muun muassa koordinoimalla aineistojen tuottaminen ja ajantasaistus valtakunnallisten kartoitusohjelmien tai sopeutumisen väliarviointien mukaan. ELASTINEN-hankkeessa ¹⁰³ ehdotettu sää- ja ilmastoriskien hallintaa edistävä verkosto voisi sopia paikkatietojen keräämisvastuista sekä tietojen yhteensovittamisesta. Verkosto voisi myös vastata yhdistettyjen räätälöityjen paikkatietopohjaisten sää- ja ilmastopalveluiden kehittämisen ohjaamisesta sekä tiedottamisesta, esimerkiksi Ilmasto-opas.fi-sivuston kautta.

Satelliittidatakeskuksen palveluita voitaisiin hyödyntää nykyistä laajemmin ja luoda samanlaisia keskitettyjä aineistojen jalostamis- ja analyysipalveluita muillekin osaluille. Myös EU-tason ohjelmien hyödyntämistä osana kansallista arviointia voisi tehostaa, esimerkiksi Copernicus-ohjelman hätätilapalveluita voi käyttää hyväksi teettämällä riskianalyysijä Suomen onnettomuuksille herkimmistä alueista ja arvioimalla niistä aiheutuvia kustannuksia ¹⁰⁴. Riskeihin varautumiseksi turvallisuusviranomaiset saattavat tarvita oman yhteisen palvelun, johon tarpeelliset aineistot kootaan ja päivitetään.

2 Yhtenäistetään aineistot ja tietopalvelut

Kansallisen paikkatietostrategian mukaan paikkatietoaineistot tulisi yhteensovittaa ja harmonisoida, myös maakuntien vastuulle tulevien aineistojen osalta. Kansallisen sää- ja ilmastoriskien arvioinnin kannalta tämä tarkoittaisi kaikissa arvioinneissa tarvittavien, valtakunnallisesti merkittävien kohdetyyppien ja ominaisuustietojen tunnistamista ja standardointia mahdollisimman laajalti. Kuntien omien aineistojen yhtenäistäminen ja tiedon saaminen yhteisiin tietovarastoihin tulisi sisällyttää osaksi maakuntauudistusta, myös kansalaishavaintojen osalta. Vastapalveluna aineistojen ylläpitäjät tuottaisivat keskitetysti myös kansalaisten havainnointia ja varautumista tukevia sää- ja ilmastopalveluita avoimena aineistona. Kansallisen paikkatietostrategian tavoitteena on koota kaikkien paikkatietoaineistojen lataamismahdollisuudet ja metatiedot yhteen palveluun. Tähän voidaan varautua yhtenäistämällä sää- ja ilmastoriskien metatiedot osana muuta prosessia.

Yhteisten tietotarpeiden tunnistaminen ja tietojen käyttöön saaminen voisi hyödyntää säävaikutustietokannan kehittämistä ja eri riskienarvioiden validointia (esim. vakuutusyhtiöiden

¹⁰² esim. Sane 2014

¹⁰³ Gregow ym. 2016 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-303-3>

¹⁰⁴ esim. Copernicus BEAM, 2017 <http://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSN040>

maksamat korvaukset kaikista luonnonvahingoista olisi perusteltua koota keskitetysti tietojen laadun ja yhtenäisyyden varmistamiseksi). Tiedoista olisi myös hyötyä yksityisille toimijoille, kun ennusteet ja arviot riskeistä tarkentuvat. Tietojen käyttöön saamista tulisi edistää yhteisesti. **Luonnonvahinkokorvausten keräyksen, kokoamisen ja seuraamisen järjestämiseksi tulisi laatia suunnitelma ja pitkäkestoinen sopimus alan yksityisen sektorin toimijoiden ja julkisen sektorin välille.**

3. Parannetaan tiedon laatua

Sijaintitietoa tulisi lisätä olemassa oleviin sää- ja ilmastotiedon rekistereihin tiedon käyttömahdollisuuksien parantamiseksi esimerkiksi osoitteen sisältävien tietojen osalta georeferoimalla. Sijaintitietoja voidaan myös täydentää rekistereiden käytön ja päivitysten yhteydessä. Kohteiden ja ilmiöiden yksilöivien tunnisteiden käyttöä voidaan lisätä keskeisissä aineistoissa suositusten, sopimusten tai standardien avulla. Tämä edellyttää kuitenkin käyttörajoituksia ja aineistojen tietosuojan varmistamista. Käyttörajoitettuja paikkatietoja voitaisiin suodattaa ja tarpeettomia yksilöiviä tietoja poistaa laajempaa, kaikki sää- ja ilmastoriskit kattavaa käyttöä varten. Käyttöoikeuksista tulisi sopia keskitetysti tiedontuottajien kesken tietosuojalainsäädännön vaatimuksia noudattaen. Vastuita ja mahdollisuuksia on tarpeen selvittää tarkemmin.

Julkishallinnon ylläpitämien sää- ja ilmastoriskien arviointia palvelevien paikkatietojen laatu varmistetaan osana ylläpitävien laitosten omia prosesseja, erityisesti silloin, kun tieto ei ole maantieteellisesti kattavaa tai kun tietoa on alueellisesti korjattu. Tehdyt korjaukset tulisi saada sujuvasti määritellyin rutiinein osaksi alkuperäistä aineistoa.

4. Parannetaan ajan suhteen erilaisten paikkatietojen käyttöä

Ajantasaisen paikkatiedon ohella tarvitaan aikasarjoja tapahtuneista ilmiöistä vaikutuksiin, reaaliaikaista paikkatietoa olosuhteista sekä tulevaisuutta ennakoivaa paikkatietoa - myös avoimena rajapintana. **Julkisen tutkimus- ja kehitysrahoituksen tulisi kannustaa kehittämään erilaisia laskennallisia tai ennustavia malleja, jotka tukevat ilmiöiden luotettavaa ennakointia.** Niissä tulisi olla mahdollisuus kokeilla erilaisia lähtötietoja epävarmuuksien havainnollistamiseksi ja uusiin olosuhteisiin sopeutumisen joustavoittamiseksi. Mallien yhteyksiä paikkatietoinfrastruktuuriin tulisi varmistaa edellyttämällä, että paikkatietoutuvuus kuvataan mallien dokumentaatioissa. **Vaaratilanteissa ja äkillisissä sään ääri-ilmiöissä tarvitaan mahdollisimman automaattiset paikkatietoanalyysit.**

5. Hyödynnetään uusia menetelmiä ja varaudutaan tuleviin muutoksiin

Uusien sää- ja ilmastohavaintotietojen kerääminen pitäisi saada osaksi muuta toimintaa yhdistämällä automatisoitu havainnointi osaksi muita prosesseja, esimerkiksi keräämällä konenäöllä ja hahmontunnistuksella tietoa luonnon monimuotoisuudesta metsän myrskytuhojen korjaamisen yhteydessä tai tarjoamalla eri prosessien kamerahavainnot yhteiskäyttöön tekoälyä hyödyntäen. Kansalaishavainnointitietojen ja laajojen paikkatietovarantojen yhdistäminen arviointeihin esimerkiksi vieraslajien, kasvitautien ja tuholaisien torjunnan, ennakkoinnin ja riskienarvioinnin tehostamiseksi tulisi myös mahdollistaa.

Julkinen hallinto voisi kannustaa yrityksiä kehittämään yhteistyössä innovatiivisia ratkaisuja hyödyntäen kehittyviä kartoitus- ja paikannusmenetelmiä. Aiempaa tarkemmat, osin kolmiulotteiset mallit, tekoäly, konenäkö ja hahmontunnistus voivat tarjota uusia haavoittuvuuden ja altistumisen arviointia sekä operatiivista toimintaa tukevia paikkatietoratkaisuja. **Kansallista riskienarviointiprosessia tulee kehittää sellaiseksi, että uudet paikkatietomenetelmät ja aineistot voidaan ottaa joustavasti osaksi sitä.**

5.2 Luonnonvara-alojen pitkäaikaiset seuranta-aineistot – korvaamaton tietopohja varauduttaessa sää- ja ilmasto-riskeihin

Pitkäaikaiset, systemaattiset ja kattavat seuranta-aineistot ovat merkittävä tietovaranto. Ne ovat olennaisia, mm. selvitetessä sääriskien vaikutuksia ja riskeihin varautumisen mahdollisuuksia ja keinoja. Luonnonvarakeskus (Luke)¹⁰⁵ kartoitti osana SIETO-hanketta meneillään olevia luonnonvara-alan seurantatutkimuksia (Kuva 5.1). Tavoitteena oli saada kattava käsitys aineistojen laajuudesta, ajallisesta ja maantieteellisestä kattavuudesta sekä hyödynnettävyydestä. Lisäksi arvioitiin niiden merkitystä ilmastonmuutoksen aiheuttamien riskien hallinnalle sekä soveltuvuutta ilmastonmuutokseen sopeutumisen seurannalle. Samalla kiinnitettiin huomiota aineistojen tuotantotavoissa ilmenneisiin muutoksiin ja arvioitiin niiden aiheuttamia riskejä aineistojen tulevan hyödynnettävyyden kannalta.

Maatalouden pitkäaikaisaineistot palvelevat ilmastonmuutoksen aiheuttamien riskien hallintaa sekä ilmastonmuutokseen sopeutumisen seurantaa tuottamalla tietopohjan mm. seuraavia tarkasteluja varten:

- kasvilajien alueelliset muutokset suhteessa sääriskeihin ja niiden muutoksiin
- sääriskien vaikutus alueellisesti ml. myöhäisten lajien ja lajikkeiden viljelyn laajenemisen aiheuttama riskit tuotantovarmuudelle
- kasvitautien, tuhohyönteisten ja rikkakasvien esiintymisessä ja lajistossa tapahtuvat muutokset sekä niiden yhteys muuttuvaan ilmastoon, säänvaihteluun ja ääri-ilmiöihin ml. riskien ennakointi ja riskienhallintamenetelmien kehittäminen
- lajikeherkkyys sääoloissa ja kasvintuhoojariskeissä tapahtuville muutoksille, säänvaihtelulle ja ääri-ilmiöille sekä riskien hallintamenetelmien kehittäminen ml. resilienssi- ja resilienssijalostus eli ilmastokestävyysjalostus.

Metsätalouden seuranta-aineistot palvelevat ilmastonmuutoksen aiheuttamien riskien hallintaa sekä ilmastonmuutokseen sopeutumisen seurantaa tuottamalla tietopohjan mm. seuraavia tarkasteluja varten:

- ilmastontekijöiden moninaiset vaikutukset metsiin, niiden kasvuun, puulajien fenologiaan, menestymiseen ja siemensatoihin sekä keinot (ml. metsien hoitotoimet) ilmastoriskien ennaltaehkäisyyn sekä ilmastonmuutokseen sopeutumiseen
- sää- ja ilmastoriskit metsätuhojen (ml. bioottiset riskitekijät) aiheuttajina sekä keinovalikoima tuhoalttiuden pienentämiseen
- sää- ja ilmastotekijöiden vaikutukset ympäristöön, kuten virtaamiin ja veden laatuun sekä menetelmät kasvavien ympäristöriskien hallintaan
- sään ja säävaihtelun aiheuttamat muutokset marjasadoissa sekä metsien virkistyskäytössä, ml. haavoittuvuusarviot, muutosten ennakointi ja sopeutumiskeinot.

Kalatalouden aineistot palvelevat ilmastonmuutoksen aiheuttamien riskien hallintaa sekä ilmastonmuutokseen sopeutumisen seurantaa tuottamalla tietopohjan mm. seuraavia tarkasteluja varten:

- ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit vesiekosysteemille ravintoverkon yläpäässä

¹⁰⁵ Aineiston koostivat: Pirjo Peltonen-Sainio, Marja Jalli, Lauri Jauhiainen, Jukka Salonen, Terho Hyvönen, Erja Huusela-Veistola, Anneli Partala, Anna-Kaija Jaakkonen, Kari T. Korhonen, Leena Finér, Teijo Nikkanen, Leena Yrjänä, Päivi Merilä, Jari Hynynen, Saija Huuskonen, Tatu Hokkanen, Anne Tolvanen, Rainer Peltola, Otso Huitu, Heikki Henttonen, Tuija Sievänen, Marjo Neuvonen, Ari Huusko, Aki Mäki-Petäys, Panu Orell, Jaakko Erkinaro, Erkki Jokikokko, Lari Veneranta, Mikko Jaukkuri, Atso Romakkaniemi, Tapani Pakarinen, Pekka Hyvärinen, Martti Rask, Tapio Keskinen, Esa Erkamo, Ilma Kolari, Jukka Ruuhijärvi, Jouko Kumpula Lukesta ja Sari Peltonen ProAgria Keskusten Liitosta

- subarktisen eliöstön ennakoivien ja reaaliaikaisten sopeutumistoimien kehittäminen ja käyttöönotto alueellisuus huomioiden
- tärkeimpien talouskalalajien kannan kehitys ja sopeutuminen sekä niihin kytkeytyvän ihmistoiminnan sopeuttaminen ilmastonmuutokseen
 - vaelluskalakannat ja niihin liittyvä suora ihmistoiminta, kuten matkailu, ammatti-, virkistys- ja kotitarvekalastus sekä alkuperäiskansojen kulttuuri
 - epäsuora ihmistoiminta valuma-alueiden maankäytön, vesistörentämisen ja aiheutuvan kuormituksen kautta
- joki- ja täpläravun menestymiserot, kantojen kehitys ja sopeutuminen ilmaston muutuksessa sekä riskit alkuperäisen jokiravun uhanalaistumiselle.

Lisäksi *porotalouden* osalta on olemassa kaksi merkittävää seuranta-aineistoa, joiden avulla voidaan ennakoida, millainen riski ilmastonmuutos on yhdessä muiden tekijöiden kanssa porojen talvilaiduntamiselle (seurannat 1995-), lisääntymiselle, kasvulle, eri ominaisuuksille ja selviytymiselle (1969-).



MAATALOUS

- **7 aineistoa**
- Käynnistetty 1920–2005
- Lajikekehitys, viljelyjärjestelmät, tuotantoalat, sadot, kasvitautien, hometoksiinien, tuholaiden ja rikkakasvillisuuden muutokset
- Pääosin jatkuvaa ja valtakunnallisesti kattavaa
- **Kasvintuhojakartoitukset supistuneet huomattavasti ja niihin kohdistuu hankerahoitteisina suurin edelleen supistamisen uhka**
- Julkis-, asiakas- ja hankerahoitteista



METSÄTALOUS

- **11 aineistoa**
- Käynnistetty 1922–2014
- Metsävarojen ja metsien tila, metsän kasvu, metsikködynamiikka ja metsätuhot, eri alkuperien sekä vieraiden puulajien sopeutuminen, metsäpuiden fenologia, siementuotanto ja -huolto, pikkunisäkkäslajien esiintyminen ja tuhot, metsäympäristön tila, ympäristövaikutukset, marjasadot ja virkistyskäyttö
- Jatkuvaa ja valtakunnallisesti kattavaa
- **Supistuksia kautta linjan, merkittävimpiä metsien tilan, kasvun, fenologian ja siementuotannon osalta, joihin kohdistuu myös suurin edelleen supistamisen uhka**
- Julkis- ja jossain määrin hankerahoitteista



KALATALOUS

- **20 aineistoa**
- Käynnistetty pääosin 1960- ja 1980-luvuilla
- Vesistöjen kalakannat, poikastuotanto, ikäjakauma sekä joki- ja täplärapukantojen kehitys, istutusten tuloksellisuus sekä järvien ja jokien ekologinen tila
- Pääosin jatkuvaa sekä valtakunnallisesti tai alueellisesti kattavaa
- **Säästöpainot maltillisia**
- Julkis- ja hankerahoitteista



POROTALOUS

- **2 aineistoa**
- Käynnistetty 1969 ja 1995
- Talvilaidunten määrä, laatu ja käytettävyys, tärkeimmät ravintokasvit, porojen lisääntyminen, syntyvyys, kasvu ja perimä
- Toinen jatkuva, toinen jaksottainen; alueellisesti kattavia
- **Säästöpainot vähäisiä**
- Julkis- ja hankerahoitteista

Kuva 5.1. Yhteenveto pitkäaikaisista luonnonvara-alan seurantatutkimuksista.

5.3 Luonnon monimuotoisuuden riskienarvioinneissa käytettävät pitkäaikaiset seuranta-aineistot

Luonnon monimuotoisuuteen ja ekosysteemipalveluihin vaikuttavien sää- ja ilmasto-riskien arvioinnissa on tarpeellista käyttää pohjana pitkäaikaisia havainto- ja seuranta-aineistoja, jotta voidaan tunnistaa lyhytaikaiset luontaiset vaihtelut pitkäaikaisista trendeistä. Yhdistämällä lajien esiintymistä koskevat havainnot ilmastotietoihin on mahdollista tuottaa ennusteita lajien ja luontotyyppien esiintymisestä tulevaisuuden ilmastokenaarioiden mukaisissa vaihtoehdoissa ¹⁰⁶. Pitkäaikaisten havaintotietojen käyttäminen pohjana parantaa osaltaan näiden ennusteiden luotettavuutta.

Riskienarvioinneissa tarkastellaan lajien tai luontotyyppien altistumista ilmastomuutokselle sekä niiden herkkyyttä ja sopeutumiskykyä ¹⁰⁷. Seuranta-aineistojen perusteella voidaan tehdä arvioita ja laatia malleja lajien ja elinympäristöjen haavoittuvuudesta. Keskeisiä tarkasteltavia riskejä ovat lajin kannan pieneneminen tai elinympäristön laadun heikkeneminen. Tämän lisäksi luonnon monimuotoisuuden muutoksen voi tulkita vaaratekijäksi, joka liittyy muihin riskeihin. Esimerkiksi riistatalous ”altistuu” riistalajin kannan heikkenemiselle. Mitä riippuvaisempi riistatalous on ko. lajista, sitä haavoittuvaisempi se on. Riskinä on riistatalouden supistuminen tältä osin.

Luonnon monimuotoisuudesta kerättävät paikkatietoaineistot voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään: (1) levinneisyysatlas-tyyppinen havaintotieto ja (2) standardoituihin menetelmiin perustuva seurantatieto. Pääosassa näitä pitkäaikaisia havaintoaineistoja vastuullinen taho on joko Luonnontieteellinen keskusmuseo (LUOMUS) tai Suomen ympäristökeskus (SYKE). Lisäksi maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalalla toimiva Luonnonvarakeskus (Luke) koordinoi usean luonnon monimuotoisuuteen liittyvän pitkäaikaissurannan toimintaa, ja nämä on käsitelty luvussa 5.2.

5.3.1 Levinneisyysatlas-tyyppiset havaintoaineistot

Levinneisyysatlas-tyyppistä havaintotietoa on Suomessa kerätty useista eliöryhmistä, esimerkiksi putkilokasveista, hyönteisistä ja linnuista. Havaintotietojen tarkkuus vaihtelee huomattavasti siten, että tarkimmillaan löytöpaikkatietoja ilmoitetaan metrin tarkkuudella ja karkeimmillaan 10 km:n tarkkuudella. Ilmoitettujen havaintotietojen tarkkuus on parantunut vuosien mittaan erityisesti erilaisten GPS-paikantimien yleistymisen myötä. Tietojen keruusta ja tietokantojen ylläpidosta ovat vastanneet eri tahot. Keskeinen toimija tässä on ollut Luonnontieteellinen keskusmuseo (LUOMUS).

Luonnontieteellisen keskusmuseon eri tietokantoihin kerätyt havaintoaineistot yhdistetään vuonna 2018 Envibase-hankkeen osana kehitettyyn, Suomen Lajitietoyhdistyksen ylläpitämään Laji.fi-portaaliin ¹⁰⁸, jolloin eri lajiryhmiä koskevat havaintotiedot ovat haettavissa keskitetysti. Laji.fi-portaalin osana toimii uusi Vihko-havaintojenkeruujärjestelmä. Järjestelmään siirretään Luomuksen Hatikka-järjestelmä (havaintotietoja useista eri eliöryhmistä), Hyönteistietokannan (erityisesti hyönteisharrastajien havaintoja kattaen kaikki hyönteisryhmät) ja Kasviatlas (putkilokasveja koskevia havaintotietoja). Lintuja koskevat havaintotiedot on Suomessa kerätty BirdLife Suomen ylläpitämään Tiira-järjestelmään ¹⁰⁹. Lisäksi eräillä ympäristöhallinnon yhteydessä toimivilla eliöryhmillä on ollut omat havaintotietokantansa (esim.

¹⁰⁶ Heikkinen ym. 2006 <https://doi.org/10.1177/0309133306071957>

¹⁰⁷ Aapala ym. 2017 <http://hdl.handle.net/10138/222916>

¹⁰⁸ Suomen Lajitietokeskus Laji.fi <https://laji.fi/>

¹⁰⁹ Tiira.fi avoin lintutietopalvelu <https://www.tiira.fi>

nivelkärsäiset ja pistiäiset). Levinneisyysatlasten havaintotietoja on käytetty esimerkiksi lintujen ja perhosten tulevien levinneisyysmuutosten ennustamisessa ^{110 111}, esimerkkinä pohjoiset pesimälinnut, joiden lajimäärän ennustetaan puolittuvan jaksolla 2051–2080 verrattuna nykytilanteeseen ¹¹².

5.3.2 Kvantitatiiviset seuranta-aineistot

Toisin kuin atlas-pohjaisessa tiedonkeruussa, kvantitatiivisessa seuranta-aineistojen keruussa seurataan tiettyjen luonnonilmiöiden, esimerkiksi jonkin rajatun lajiryhmän, esiintymistä ja yksilörunsautta vakioiduin menetelmin säännöllisesti. Seuranta tehdään esimerkiksi vuosittain tai muun pituisin määräajoin, ja se jatkuu samanlaisena useiden vuosien ja jopa vuosikymmenien ajan. Hyvin tunnettu esimerkki tällaisesta seurannasta on valtakunnan metsien inventointi (VMI), joka käynnistettiin Suomessa 1920-luvulla (ks. luku 5.2).

Luonnon monimuotoisuuden seurantaan liittyvien pitkäaikaisseurantojen järjestämisestä Suomessa ovat vastanneet erityisesti Luonnontieteellinen keskusmuseo (LUOMUS), Metsähallitus ja Suomen ympäristökeskus (SYKE). Luonnontieteellisellä keskusmuseolla on useita erityisesti lintulajien kannanmuutosten seurantaan keskittyviä pitkäaikaisseurantoja, kuten lintujen pesimäaikaiset linja- ja pistelaskennat, vesilintulaskennat ja talvilintulaskennat (jälkimmäinen alkoi 1950-luvun puolivälissä). Lintujen rengastukseen keskittyviä seurantoja ovat mm. petolintu- ja sääksiseuranta ja sisämaan seurantapyynnit. Metsähallituksen koordinoimia linnustoseurantoja ovat suojelualueiden lintulaskennat ja saaristolinnuston laskennat (jälkimmäinen yhteistyössä SYKEN kanssa). Hyönteisten kannanmuutosten seurantaan keskittyviä pitkäaikaisseurantoja ovat SYKEN koordinoimat Valtakunnallinen yöperhosseuranta (Nocturna; alkoi 1993) ja Maatalousympäristön päiväperhosseuranta (alkoi 1999). Näiden seurantojen pohjalta on tehty ja julkaistu lajikohtaisia tietoja sisältäviä yhteenvetoja esimerkiksi lintujen ja perhosten viime vuosikymmeninä tapahtuneista kannanmuutoksista ¹¹³

^{114 115}.

5.4 Ihmisiin suoraan kohdistuvien vaikutusten seuranta

Ilmastonmuutokseen liittyy lukuisia vaikutuksia, jotka voivat kohdistua suoraan ihmisiin esimerkiksi vapaa-ajanviettomahdollisuuksien, asumisen, terveyden ja elinkeinojen harjoittamisen kautta. **Eri tahot keräävät säännöllisesti seurantatietoja monista näistä aiheista, mutta tiedot ovat yleisiä eikä niistä pystytä tunnistamaan ilmastonmuutoksen vaikutuksia ilman erillisiä tutkimuksia, joissa selvitetään syy-yhteydet ja ilmastonmuutoksen osuutta mahdollisista muutoksista.** Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY) on tehnyt arvion haavoittuvuudesta ilmastonmuutokseen käyttäen hyväksi julkisia aineistoja ¹¹⁶. Osa vaikutuksista ilmenee taloudellisina vaikutuksina (ks. Luku 5.5).

¹¹⁰ Virkkala ym. 2010 <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.01.006>

¹¹¹ Eskildsen ym. 2013 <https://doi.org/10.1111/geb.12078>

¹¹² Virkkala ym. 2008 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.03.007>

¹¹³ Laaksonen & Lehikoinen 2013 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.09.007>

¹¹⁴ Leinonen ym. 2016 <http://hdl.handle.net/10138/161221>

¹¹⁵ Heliölä & Kuussaari 2017 <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B580C2BC3-21AC-40CE-B339-88A0B92F1C85%7D/126256>

¹¹⁶ Kazmierczak & Kankaanpää 2016 <https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/HSY-Ilmastolahtoinen-sosiaalinen-haavoittuvuus.pdf>

5.5 Taloudellisten aineistojen saatavuus riskienarviointia varten

Taloudellisten vaikutusten mallintaminen ja arviointi osana sää- ja ilmastomuutosriskien arvioita on tärkeää, sillä vahinkoa aiheuttavat sääilmiöillä ja ilmastomuutoksella on merkittäviä taloudellisia seurauksia. Kehittyneissä yhteiskunnissa kyetään usein suojaamaan ihmisiä ilmastomuutoksen vaikutuksilta verrattain hyvin, mutta taloudelliset vaikutukset voivat silti olla merkittävät.

Suomessa on paljon taloudellisia aineistoja saatavilla avoimena datana, mutta **suurin osa riskien arvioinnin kannalta merkittävistä aineistoista ei ole vapaasti saatavilla**. Oletusten käyttäminen oikeiden lukujen sijaan tai taloudellisen mallintamisen poisjättäminen arvioista johtaa helposti riskien ali- tai yliarviointiin ja antaa siten puutteellisen kuvan kokonaisriskistä.

Kiinteistöt ovat merkittävä riskikohde erityisesti tulvissa. **Kiinteistöjen arvoista on saatavilla yksityiskohtainen aineisto, joka perustuu kiinteistövälittäjien vapaaehtoisesti keräämään aineistoon kiinteistö- ja asuntokaupoista.** Vuosilta 1977–2011 tietokantaa ylläpiti Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, ja nykyään sitä ylläpitää Kiinteistönvälitysalan keskusliitto ry ¹¹⁷. VTT:n hallinnoimaa aineistoa on hyödynnetty ainakin tulvariskien taloudellisessa analyysissä Helsingissä, Porissa ja Rovaniemellä ¹¹⁸. Karkeammalla tasolla Maanmittauslaitos ylläpitää postinumerokohtaista kauppahintatilastoa ¹¹⁹.

Luken tilastopalvelut ¹²⁰ tilastoi maatalouden rakenteeseen, tuotantomenetelmiin ja -panoksiin, peltokasvi-, puutarha- ja kotieläintuotantoon sekä maataloustuotteiden hintoihin liittyvää aineistoa, joita kaikkia voidaan hyödyntää maatalouden riskejä arvioitaessa. Yleisellä tasolla tilastoja on saatavissa vapaasti, mutta paikallisten tietojen hyödyntäminen on rajoitettua.

Avointa metsätietoa on ollut saatavilla maaliskuun 2018 alusta asti, kun Metsäkeskus avasi aineistojaan vapaaseen käyttöön. Metsäkeskuksen Metsään.fi-verkkosivuilta ¹²¹ voi ladata vapaasti metsävarakuviotietoja sekä hila-, metsänkäyttöilmoitus- ja Kemera-aineistoa. Kemera-aineistossa on tietoa metsistä, jotka saavat valtion Kestävän metsätalouden rahoitustukea. Nämä aineistot ovat saatavilla maakunnittain, kunnittain ja karttalehdittäin. Näitä tietoja voi yhdistää esimerkiksi puun hintatietoihin, joka on vapaasti saatavilla Luken tilastopalveluissa ¹²², ja näin voidaan tarkentaa arvioita esimerkiksi myrskyjen tai tuholaisien potentiaalisista taloudellisista vaikutuksista.

Teollisuuden kiinteistöjen ja erityisesti tuotannon arviointi on vaikeaa, sillä aineistot ovat yritysten hallussa. Sää- ja ilmastomuutos erityisesti heijastevaikutusten kautta voi aiheuttaa tuotantokatkoksia ja muita vaikutuksia (esim. heikkolaatuiset raaka-aineet). Pörs-siirityksistä tietoa löytyy, mutta sen analysointi on työlästä. Muista yrityksistä tietoa on vähemmän. Yritysten riskienhallinta on niiden omalla vastuulla, mutta erityisesti huoltovarmuuden kannalta tärkeät energia-, elintarvike- ym. yritysten riskien ymmärtäminen kansallisella tasolla on tärkeää.

¹¹⁷ KVL – Kiinteistövälitysalan keskusliitto ry. <https://www.kvkl.fi/>

¹¹⁸ Votsis 2017 <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/173459>

¹¹⁹ Maanmittauslaitos: Tilastotietoa kiinteistökaupaista <https://khr.maanmittauslaitos.fi/tilastopalvelu/rest/API/kiinteistokauppojen-tilastopalvelu.html>

¹²⁰ Luken tilastopalvelut <http://stat.luke.fi/>

¹²¹ Metsään.fi-palvelu <https://www.metsaan.fi/>

¹²² Luken tilastopalvelut <http://stat.luke.fi>

Sähkölajeluuyhtiöt raportoivat huomattavat määrät tietoja omasta toiminnastaan Energiavirastoon, mutta aineiston käyttö on rajoitettua. Ihmisten kokemaa taloudellista haittaa esimerkiksi sähkökatkoista voidaan arvioida kyselytutkimusten avulla, joissa arvioidaan 1) kuluttajan maksuhalukkuutta eripituisten sähkökatkojen välttämiseksi (Willingness to pay - WTP) tai 2) kuluttajan halukkuutta suostua tietyn suuruiseen kompensatioon hyväksyäkseen eripituiset sähkökatkot (Willingness to accept - WTA). Esimerkiksi vuonna 2015 tehdyssä tutkimuksessa WTP:ksi Suomessa saatiin noin 1,5 euroa/h ja WTA:ksi 15 euroa/h ¹²³. Kyselytutkimukset ihmisten kokemista taloudellisista vaikutuksista lisäisivät tietoa kansalaisten kokemista taloudellisista vaikutuksista. Tämän aineiston kerääminen vaatii erilaisia kyselytutkimuksia, ja luotettavien tulosten saaminen vaatii huolella luodun kyselyn ja laajan otoksen. Tietoa pitäisi kerätä eri alueilta ja eri tuloryhmään kuuluvilta ihmisiltä.

Ekosysteemien taloudellinen arvottaminen on oma kysymyksensä. **Ekosysteemien kaltaisten markkinattomien hyödykkeiden hyötyjen arviointi vaatii erityisesti siihen tarkoitettuja menetelmiä,** kuten kyselyihin perustuvia ilmaistujen preferenssien menetelmiä tai paljastettujen preferenssien menetelmiä, kuten hedonisten hintojen menetelmä. Markkinattomille hyödyille voidaan hyödyntää tietyn rajauksin benefit-transfer -käytäntöä, eli tietyssä paikassa arvioitujen hyötyjen voidaan olettaa olevan samankaltaiset myös muualla ¹²⁴.

Vakuutusyhtiöillä on mittavat aineistot kiinteistöjen ja irtaimiston, teollisuuden, maatalouden, ja metsätalouden arvosta. Näiden aineistojen hyödyntäminen on kuitenkin hyvin vaikeaa, sillä vakuutusyhtiöitä on useita ja niin myös niitä tietoja kerääviä tutkimuslaitoksia. Yksityiskohtaisia tietoja omaisuuden arvosta on monista syistä vaikea saada riskitarkastelujen käyttöön. Yleisemmällä tasolla, esimerkiksi kuntatasolla, perustietojen jakaminen voisi hyödyttää kuitenkin sekä yhteiskuntaa että aineistojen jakamiseen osallistuvia vakuutusyhtiöitä, mikäli tiedon jakamisen avulla voitaisiin vähentää taloudellisia vahinkoja ja sitä kautta vakuutusyhtiöille koituvaa riskiä. **Aineistojen kokoamiseen ja käytettävyyden parantamiseen tulisi siten panostaa tiedon omistajien ja tutkimuslaitosten välisissä hankkeissa.**

Terveysriskien taloudelliseen arvottamiseen ei ole tällä hetkellä riittävästi tietoa haittojen suuruudesta tai vaikutusketjuista. Tilanteen korjaaminen vaatisi sektoreiden välistä yhteistyötä sekä lähtötietojen ja arviointimenetelmien yhteismitallistamista. Eri-tyisesti tarvittaisiin tietoa ilmiökohtaisista taloudellisista terveysvahingoista ja vaikutusmekanismeista, jotta riskejä voitaisiin ylipäättään mallintaa. Tässä apuna voisi olla big data ¹²⁵, joka pitäisi saada terveyden osalta kattavammaksi ja paremmin hyödynnettäväksi riskienarvioinnissa.

EU:n Copernicus Emergency Management Service tuottaa niin sanottua BEAM-palvelua (Basic European Assets Map). Palvelussa esitetään karttamuodossa eri infrastruktuurien, kiinteistöjen ja hinnoiteltavien luonnonvarojen euromääräinen arvo per neliömetri (Kuva 5.2). Palvelu aktivoitiin Suomelle vuonna 2017, ja sen kartta-aineisto on avoimesti ladattavissa ¹²⁶. BEAM-aineisto perustuu puhtaasti avoimesti saatavilla olevaan aineistoon, joten esitetyt lukuarvot eivät välttämättä ole täysin oikeita. BEAM tarjoaa kuitenkin havainnollisen tavan laskea ja esittää eri omaisuusluokkia ja niiden arvoa, ja sitä voidaan hyödyntää eri riskienarvioinnissa. Koska aineisto on avointa, sitä voi muokata omiin

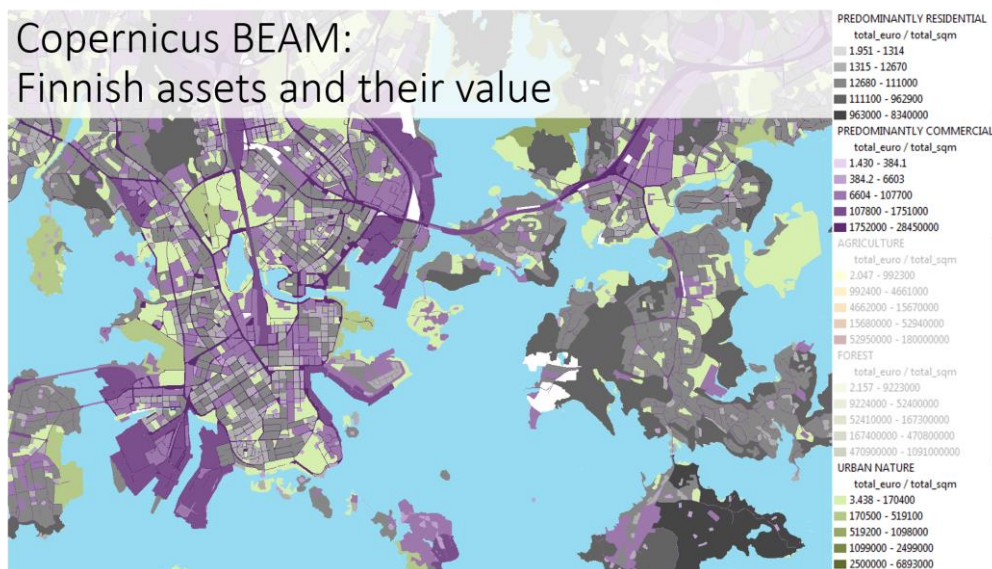
¹²³ Pili-Sihvola ym. 2016 <http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=15404>

¹²⁴ Pili-Sihvola ym. 2016 <http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=15404>

¹²⁵ Big datalla (isolla datalla) tarkoitetaan yleisesti suurta määrää dataa, joka on muodoltaan vaihtelevaa.

¹²⁶ Copernicus BEAM 2017 <http://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSN040>

tarkoituksiinsa esimerkiksi tarkentamalla sitä muulla saatavilla olevalla aineistolla. Tiedot ovat esimerkiksi yhdistettävissä muihin sosiaalisiin haavoittuvuusarvioihin ¹²⁷.



Kuva 5.2. Esimerkki omaisuusarvojen karttapohjaisesta esittämisestä ¹²⁸

Tällä hetkellä taloudellisten riskienarvioiden tekoa vaikeuttaa aineistojen huono saatavuus erityisesti yksityiseltä sektorilta. Tähän olisi mahdollista puuttua esimerkiksi edellyttämällä, että myös yksityisen sektorin keräämistä tiedoista raportoitaisiin nykyistä avoimemmin. Lisäksi tarvitaan sektoreiden välistä yhteistyötä sekä lähtötietojen ja arviointimenetelmien yhteismitallistamista. Avoimemman tiedon kehittämisessä pitää luonnollisesti ottaa huomioon tietosuojalait ja kilpailutekijät. Tietojen avoimempi jakaminen hyödyttäisi kuitenkin myös yrityksiä, sillä riskien parempi hallinta yhteiskunnallisella tasolla vähentää myös niiden omia riskejä.

5.6 Toteutuneiden vaikutusten kokoaminen tietokantaan – nykytila ja esitys kehittämisestä

EU:n tulvadirektiivi ¹²⁹ vuodelta 2007 oli ensimmäinen aloite sään ja tulvien aiheuttamien vahinkotietojen laajamittaiseen ja systemaattiseen keräämiseen. **Tulvadirektiivi ja sen kansallisesti toimeenpannut laki tulvariskien hallinnasta ¹³⁰ vaatii, että tulvariskit arvioidaan ja kartoitetaan tapahtuneista tulvista saatujen tietojen ja tulevaisuuden tulvista tehtyjen arvioiden avulla.** Tulvadirektiivi keskittyy ihmisten terveydelle, ympäristölle sekä taloudelle aiheutuneiden vahinkotietojen keräämiseen.

Tulvadirektiivin jälkeen EU:ssa ja laajasti kansainvälisessä yhteisössä on herätty entistä enemmän toteutuneiden vahinkoaineistojen keräämiseen hyötyihin. Vuonna 2015 allekirjoitetun **Sendain puitesopimuksen ¹³¹ seurantatyökaluksi kehitettiin laaja indikaattoreihin**

¹²⁷ vrt. Kazmierczak ja Kankaanpää 2016 <https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/HSY-Ilmastolahtoinen-sosiaalinen-haavoittuvuus.pdf>

¹²⁸ Kartta A. Votsis Ilmatieteen laitos, julkaisematon

¹²⁹ EU:n tulvadirektiivi (2007/60/EY)

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:FI:PDF>

¹³⁰ Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100620>

¹³¹ United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) 2018 The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030 (Sendain puitesopimus katastrofien aiheuttamien riskien pienentämiseksi) <https://www.unisdr.org/we/coordinate/hfa-post2015>

perustuva järjestelmä, jossa maiden on tarkoitus systemaattisesti raportoida katastrofien (sekä luonnon että puhtaasti ihmisten aiheuttamien) vaikutuksista. Tärkeimmät Sendain puitesopimuksen indikaattorit sisällytettiin myös YK:n kestävän kehityksen tavoitteiden indikaattoreihin (Taulukko 5.1), jotka mittaavat kestävän kehityksen köyhyyden poistamiseen liittyvän alatavoitteen 1.5 toteutumista. Alatavoite 1.5 *”1.5 Kehittää köyhien ja huono-osaisten sopeutumiskykyä vuoteen 2030 mennessä ja vähentää heidän alttiuttaan ja haavoittuvuuttaan ilmastoon liittyville ääri-ilmiöille ja muille taloudellisille, sosiaalisille ja ympäristöön liittyville tuhoille sekä katastrofeille.”*¹³²:

Taulukko 5.1 YK:n kestävän kehityksen alatavoitteen 1.5 ja Sendain puitesopimuksen edistymisen indikaattorit.

	
YK:n kestävän kehityksen alatavoitteen 1.5 ja Sendain puitesopimuksen edistymisen indikaattorit (epäviralliset, hankkeessa tehdyt käännökset)	
1.5.1 Katastrofien seurauksena kuolleet, kadonneet ja muun suoran vaikutuksen kohteeksi joutuneet henkilöt 100 000 kansalaista kohti	
1.5.1 Number of deaths, missing persons and directly affected persons attributed to disasters per 100,000 population	
1.5.2 Välittömät taloudelliset seuraukset suhteessa globaaliin bruttokansantuotteeseen (BKT)	
1.5.2 Direct economic loss attributed to disasters in relation to global gross domestic product (GDP)	
1.5.3 Niiden maiden lukumäärä, joissa on omaksuttu ja pantu toimeen Sendain puitesopimus 2015-2030	
1.5.3 Number of countries that adopt and implement national disaster risk reduction strategies in line with the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030	
1.5.4 Niiden paikallishallintojen osuus, joissa on omaksuttu ja pantu toimeen riskienvähennyssuunnitelmia, jotka noudattavat kansallisia riskienvähennysstrategioita.	
1.5.4 Proportion of local governments that adopt and implement local disaster risk reduction strategies in line with national disaster risk reduction strategies	

Sendain indikaattorit ja kestävän kehityksen (Agenda 2030) -indikaattorit kattavat taloudellisten vahinkojen lisäksi ihmisiin kohdistuvat vaikutukset: kuolleet ja kadonneet ihmiset sekä sellaiset joita katastrofi on suoraan koskettanut esimerkiksi vahingoittamalla kotia. Suomessa on siis kansainvälisestäkin painetta ryhtyä systemaattisesti keräämään vahinkoaineistoja.

Riskienarviointien kannalta vahinko- ja vaikutustiedon keräämisestä on merkittäviä hyötyjä. Riskin ollessa todennäköisyyteen perustuva, jolloin sillä on ”mahdollinen tai potentiaalinen” vaikutus, varsinaiset vahinko- ja vaikutustiedot kertovat, kuinka riskienarviossa identifioidut riskit itse asiassa toteutuvat. Kun aineisto on kattava, vaikutusten ja vahinkojen seuranta auttaa analysoimaan yhteiskunnan ja eri toimialojen riskikuvan ajallista ja paikallista muutosta. Lisäksi aineiston avulla voidaan tehdä analyysyjä siitä, mitkä tekijät olivat

¹³² YK 2018 <https://www.yk.fi/node/479>

merkittäviä eri vahinkojen taustalla, ja kehittämään sen pohjalta toimia riskien vähentämiseksi. Vahinko- ja vaikutusaineistolla voidaan pitkällä aikavälillä myös seurata toteutettujen toimien tehokkuutta ja toimivuutta.

Vaikutusaineistojen analysointi vaatii kuitenkin aina, että siinä käytetään vaaratekijätietoja (esimerkiksi myrskyt, rankkasateet, lumikuormat, tulvat) sekä haavoittuvuus- ja altistumisaineistoja. Vain aineistoja yhdistämällä voidaan arvioida, miten ja miksi säätymiö tai tulva on aiheuttanut vaikutuksia. **Suurilla aineistomäärillä voidaan analysoida, minkä suuruisia ja minkälaisia vaikutuksia erisuuruiset ja tyyppiset luonnonilmiöt aiheuttavat.** Suomessa tätä on tehty erityisesti eri toteutuneiden myrskyjen aiheuttamista metsätuhoista ja analyysit ovat perustuneet koealueilla tapahtuneisiin myrskytuhoihin. Lisäksi Itä-Suomen yliopistossa on kehitetty mallinnukseen perustuva menetelmä yksittäisten puiden vahinkoherkkyyden analysointiin¹³³.

Suomessa tulvavahinkotietojen keräämistä kehittää ja ylläpitää Suomen ympäristökeskus (SYKE), ja tiedot tapahtuneista tulvavahingoista raportoidaan vuosittain ympäristöhallinnon sivuilla¹³⁴, vakuutusyhtiöiden ja yksityishenkilöiden tietoturva huomioon ottaen. Tiedot maksetuista korvauksista kootaan yhteistyössä vakuutusyhtiöiltä. Aineiston vertailtavuus eri vuosien välillä ei ole suoraviivaista, sillä tulvakorvausjärjestelmässä on tapahtunut mittavia muutoksia vuosien varrella. Vuonna 2014 luovuttiin valtiollisesta tulvavahinkojen korvausjärjestelmästä, jolloin korvauseruste muuttui, mutta korvausten piiriin tulivat aikaisempien vesistötulvien lisäksi myös hulevesi- ja meritulvat. Vuonna 2016 satovahinkojen korvaaminen siirtyi valtiolta vakuutusyhtiöille. SYKEN ylläpitämään tulvatietojärjestelmään¹³⁵ tallennetaan myös muita tietoja tulvista aiheutuneista vahingoista, joita kerätään lähinnä ELY-keskuksissa. Näistä merkittävimmät raportoidaan EU:n komissiolle.

Muiden sään ja ilmaston aiheuttamien vahinkojen aineistot ovat tällä hetkellä hajallaan eri toimialoilla ja toimijoilla. Työmatkoilla ja työaikana tapahtuneista liukastumistapahtumista on kattava aineisto saatavilla Tapaturmavakuutuskeskuksesta (TVK)¹³⁶. Jokainen sähkönsiirtoyritys kerää lakisääteisesti varsin yksityiskohtaiset tiedot verkossaan tapahtuneista sähkökatkoista, ja kooste näistä tiedoista raportoidaan vuosittain Energiateollisuus ry:n keskeytystilastoissa¹³⁷. Myrskyjen puustolle aiheuttamia vahinkoja tilastoidaan Metsäkeskuksessa, mutta niitä ei raportoida säännöllisesti missään. Lisäksi vakuutusyhtiöillä on merkittävä rooli esimerkiksi myrskyvahinkojen vakuuttajana. Yksityisten vakuutusyhtiöiden rooli myös metsä- ja maatalouden vahinkovakuuttajana on kasvamassa, joten vakuutusyhtiöiden rooli datanomistajana on merkittävä myös luonnonvara-alalla.

Pelastuslaitosten PRONTO-tietokanta¹³⁸ tilastoi pelastustoimen tehtävien lukumäärää. Aineiston perusteella voidaan arvioida eri luonnonilmiöiden aiheuttamien pelastustoimen tehtävien määrää sekä niiden ajallista ja alueellista jakautumista. Aineiston tarkempi analyysi vaatisi kuitenkin esimerkiksi kehittyneempiä tekstintunnistusmenetelmiä. **Suomessa ei siis ole koottua, integroitua sään ja muiden luonnonilmiöiden aiheuttamia vahinkoja tilastointia vahinkotietokantaa, jota voitaisiin hyödyntää sää- ja ilmastoriskien arvioinneissa ja kehitettäessä riskienvähentämisstrategioita.** Monissa muissa Euroopan maissa ollaan kehityksessä huomattavasti pidemmällä. Esimerkiksi Norjassa vakuutusyhtiöt

¹³³ Peltola ym. 1999 <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/x99-029?journalCode=cjfr>

¹³⁴ Suomen ympäristökeskus 20.10.2017 <http://www.ymparisto.fi/tulvavahingot>

¹³⁵ Suomen ympäristökeskus 20.01.2017 Tulvatietojärjestelmä TULVATJ <http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7b58AAFEFC-1429-4343-8EE2-F5E136E0A276%7d>

¹³⁶ Tapaturmavakuutuskeskus TVK <http://www.tvk.fi/>

¹³⁷ Energiateollisuus ry 28.06.2017 Sähkön keskeytystilasto https://energia.fi/ajankohtaista_ia_materiaalipankki/tilastot/sahkotilastot/keskeytystilasto

¹³⁸ Pelastustoimen Pronto-järjestelmä Online-tilastot <https://prontonet.fi/Pronto3/online1/OnlineTilastot.htm>

ovat jakaneet vaikutusaineistoja ¹³⁹ ja Sloveniassa on vuodesta 2003 asti ollut käytössä laki-sääteinen vahinkojenarviointimenetelmä ¹⁴⁰. EU on aktiivisesti edesauttanut vahinkotietokantojen kehitystä ¹⁴¹

Ilmatieteen laitos on vuodesta 2015 asti kehittänyt integroitua säävahinkotietokantaa, jonka pitkän aikavälin tavoitteena on koota yhteen ja integroida:

- eri sektoreilla olemassa olevaa vaikutusaineistoa
- tarkat tiedot vaikutukset aiheuttaneista luonnonilmiöistä/vaaratekijöistä,
- saatavilla olevat yhteiskunnalliset altistumis- ja haavoittuvuusaineistot.

Kattavan sää- ja muiden luonnonilmiöiden seuraavan vahinkotietokannan kehittämisen vaatii kuitenkin resursseja sekä kansallista tahtotilaa yhteistyön kehittämiseksi. SYKEN tulvatietokanta on hyvä esimerkki toimivasta tietokannasta. Kehityksen taustalla oli EU:n direktiivi, joka edellytti tietokannan kehittämistä. Vastaavaa tahtotilaa ei ole vielä löytynyt muiden vaaratekijöiden osalta, vaikka mielenkiintoa kansainvälisesti onkin. **Kriittinen tekijä tietokannan onnistumiselle on yhteistyö sekä hallinnon, tutkimuslaitosten että aineistontuottajien ja -omistajien kanssa.** Kattava tietokanta ja huolelliset analyysit voivat edesauttaa säänriskien ja muiden luonnonilmiöiden aiheuttamien riskien tehokkaampaa hallintaa kansallisen ja alueellisen tason hallinnossa. Se auttaa myös ennakoimaan paremmin toimiala- ja yrityskohtaisia vaikutuksia ja mahdollisia tulevaisuuden riskejä ilmaston muuttuessa. **Riskienarvioiden tekemistä hyödyttäisi merkittävästi keskitetty sopimukseen perustuva ratkaisu tietojen keräämiseen luonnonilmiöihin liittyvistä vahingoista.** Vaikka tietokannat tulevaisuudessakin olisivat luonnonilmiökohtaisia (esim. tulvat erikseen), niiden välille voidaan rakentaa tarvittavia rajapintoja, jotta saadaan kattava kuva sään aiheuttamista vahingoista Suomessa.

5.7 Uuden teknologian mahdollistamat tietolähteet

Teknologian ja sen käytön kehitys vaikuttaa sekä mahdollisuuksiin sää- ja ilmastoriskien hallinnassa että suoraan itse riskien muodostumiseen. Esimerkiksi energijärjestelmän muutos, jossa hajautetun sääriippuvaisen tuotannon osuus kasvaa, altistaa järjestelmää uudenlaisille riskeille. Tässä tarkastelussa keskitytään kuitenkin uuden teknologian näkymiin riskien hallinnassa ja erityisesti riskien kannalta olennaisen tiedon ja havaintojen keräämisessä. Aiemman työn perusteella tarkempaan tarkasteluun on valittu viisi teknologia-aluetta: kansalaistiede ja sosiaalinen media, satelliittipohjainen kaukokartoitus, lennokitjärjestelmät sekä avoin data ja big data ¹⁴². Näiden ohella on lyhyesti tarkasteltu muuta teknologista kehitystä.

5.7.1 Kansalaistiede ja sosiaalinen media

Kansalaistieteellä tarkoitetaan muiden kuin tutkijakoulutuksen saaneiden ammattilaisten osallistumista tieteen tekemiseen esimerkiksi keräämällä tai luokittelemalla havaintoja. Yleensä ajatuksena on kerätä kustannustehokkaasti havaintoja laajalta alueelta tai pitkältä

¹³⁹ Ebeltoft, 2017 https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/Portals/0/Partnerships/Seminars/9th_EU_Loss_Data_Workshop/Presentations/Session2/pdf/2_9th_EU_Loss_Data_Workshop_Mia_Finance_Norway_Sendai.pdf

¹⁴⁰ Jakšić, 2017 https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/Portals/0/Partnerships/Seminars/9th_EU_Loss_Data_Workshop/Presentations/Session4/pdf/1_9th_EU_Loss_Data_Workshop_Presentation_A_Jaksic.pdf

¹⁴¹ DRMKC, 2018 <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/partnership/Science-Policy-Interface/Disaster-Loss-and-Damage-Working-Group>

¹⁴² Big datalla (isolla datalla) tarkoitetaan yleisesti suurta määrää dataa, joka on muodoltaan vaihtelevaa.

ajalta tilanteissa tai ilmiöissä, joissa ammattimainen havainnointi olisi käytännössä vaikeaa tai kallista järjestää. Kansalaistieteellä on maailmalla eri aloilla pitkät perinteet ¹⁴³ ¹⁴⁴. Myös Suomessa on toteutettu ja käynnissä erilaisia kansalaistiedehankkeita. Esimerkiksi Ilmatieteen laitos on kerännyt ja kerää havaintoaineistoja ¹⁴⁵ ¹⁴⁶ ja Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) hallinnoimassa ympäristö- ja luonnonvaratiedon avoimen käytön edistämiseen tähtäävässä Envibase-hankkeessa ¹⁴⁷ on tutkittu ja kehitetty kansalaistieteen hyödyntämistä. Osana hanketta SYKEN tutkijat ovat myös koostaneet kattavan selvityksen kansalaistiedehankkeista Suomessa ja maailmalla ¹⁴⁸. Kansalaistiede voidaan jaotella kahteen toteutustapaan, osallistavaan ja passiiviseen, sen perusteella, mikä on osallistujan rooli tiedon keräämisessä ¹⁴⁹ ¹⁵⁰. Osallistuvassa tiedon keräämisessä käyttäjät päättävät, mitä raportoivat ja milloin. Passiivisessa tiedon keräämisessä havainnot kerätään osallistuvien käyttäjien laitteista ilman näiden erillistä, aktiivista osallistumista.

Ilmatieteen laitoksen kokemusten ja kirjallisuuden perusteella voidaan yleisesti todeta, että **kansalaistieteen avulla voidaan parantaa sää- ja ilmastoriskien kannalta tärkeää tietoa ja parantaa riskitietoisuutta**. Sillä on siis paljon mahdollisuuksia, mutta silti myös selkeitä rajoituksia. Olennaista on tiedostaa, että **kansalaistiede eri muodoissaan voi vain täydentää perinteistä tieteellistä havaintojen keräämistä**. Etenkin ilmakehä- ja ympäristötieteiden havainnoinnissa standardoitu, vertailukelpoinen data on välttämätöntä, sillä kehityksen erottaminen luonnollisesta vaihtelusta vaatii usein pitkiä, tarkkojen mittausten aikasarjoja. On epätodennäköistä, että kansalaistieteellä voitaisiin korvata varsinaista tieteellistä infrastruktuuria tai ammattilaisten tekemiä havaintoja.

Kansalaistieteellä on silti merkittäviä etuja, joita voidaan hyödyntää sää- ja ilmastoriskien arvioinnissa ja hallinnassa. Kansalaishavaintojen avulla voidaan havaita uusia tai harvinaisia ilmiöitä, jotka eivät tavanomaisessa seurannassa nouse esiin. Esimerkkejä voisivat olla ilmaston muuttuessa muuttuva lajisto tai hulevesien aiheuttama paikallinen tulviminen. Kansalaistiede on myös keino kartoittaa muita kuin luonnontieteellisiä suureita tai sään ja ilmaston seurauksia. Yksityisomaisuuteen kohdistuvat vahingot tai ihmisten muuttuva käytös ympäristön muutosten seurauksena ovat haastavia mitata ja havaita ilman kansalaistieteen apua. Kansalaistiede toimii oikein toteutettuna myös keinona lisätä tietoisuutta tai vahvistaa ihmisten ja tutkimuslaitosten välistä luottamusta. Nämäkin ovat etuja, joille voi olla käyttöä ilmastokestävää yhteiskuntaa rakennettaessa.

Kansalaistieteen haasteita ovat yleisön tavoittaminen ja riittävän osallistujamäärän kerääminen ja ylläpitäminen, sekä havaintojen laadun varmistaminen. Tämä on erityisen vaativa tehtävä riskienarvioinnissa, jossa pyritään selvittämään ajassa tapahtuvia muutoksia vaaratekijöissä, altistumisessa tai haavoittuvuudessa. Tämä edellyttää systemaattista tiedon keräämistä.

Tyypillisesti pieni osa kaikista kansalaistieteen tekemiseen osallistuvista vastaa suuresta osasta kaikkia havaintoja. **Jatkuvuuden varmistamiseksi kansalaistieteessä voidaan hyödyntää selkeitä ryhmiä, jotka voivat tehdä havaintoja osana omia rutiinejaan.** Esimerkkejä ovat kouluryhmät, lintubongarit tai metsästäjät (esimerkiksi nykyisen Omariista-

¹⁴³ mm. Dickinson ym. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636>

¹⁴⁴ Muller ym. 2015 <https://doi.org/10.1002/foc.4210>

¹⁴⁵ Harjanne ym. 2015 <https://www.lumat.fi/index.php/lumat-old/article/view/112>

¹⁴⁶ Ilmatieteen laitos 2017 <http://ilmatieteenlaitos.fi/omat-havainnot>

¹⁴⁷ Ympäristö- ja luonnonvaratieto avoimeen käyttöön – Envibase <http://www.ymparisto.fi/envibase>

¹⁴⁸ ks. Palacin-Silva ym. 2016 <http://hdl.handle.net/10138/164810>

¹⁴⁹ Cohn 2008 <https://doi.org/10.1641/B580303>

¹⁵⁰ Palacin-Silva ym. 2016 <http://hdl.handle.net/10138/164810>

palvelun ¹⁵¹ kehittämisen kautta). **Passiivisessa kansalaistieteen keräyksessä haasteena on jatkuva muutos, sillä sekä alustat että niiden käyttö kehittyvät jatkuvasti.** On myös huomioitava, että yksityisyyden suoja ja tiedon avoimuus nousevat ratkaistaviksi haasteiksi aina tämän tyyppistä aineistoa kerätessä.

Yhteenvedon voidaan todeta, että **kansalaistiede on jo nyt hyödyllinen työkalu sää- ja ilmatoriskien hallintaan, ja tulevaisuudessa sen näkymät paranevat edelleen.** Kehittyvä mobiiliteknologia ja kattavammat sensorit mahdollistavat sekä osallistuvan että passiivisen tiedonkeräämisen entistä laajemmin. **Riskien arvioinnissa kansalaistiede ei kuitenkaan voi korvata kattavia ja järjestelmällisiä tieteellisiä havaintojärjestelmiä, mutta se voi täydentää ja syventää ymmärrystä riskien luonteesta.** Osallistuvassa kansalaistieteessä on syytä seurata ja hyödyntää kehittyviä standardeja ja alustoja, ja pyrkiä kansainväliseen yhteistyöhön. Passiivisen kansalaistieteen edistämistä edesauttaa vastuullinen ja kattava avoimen datan politiikka.

5.7.2 Satelliittipohjainen kaukokartoitus

Tärkeimpiä keinoja kerätä säähän ja ilmastoon liittyviä havaintoja on satelliiteilla toteutettu kaukokartoitus, ja satelliittien rooli sääennusteiden ja ilmastomuutostiedon historialliseen kehittymiseen on ollut merkittävä. Satelliiteilla katsotaankin olevan tärkeä merkitys myös jatkossa ilmastomuutokseen sopeutumiseen tarvittavan tiedon lähteenä ¹⁵².

Tyypillisen kaukokartoitussatelliitin hinta mitataan kymmenissä tai sadoissa miljoonissa euroissa, ¹⁵³ johon lisätään vielä satelliitin ylläpitoon liittyvät kustannukset. Tällaiset satelliitit ovatkin pääasiassa suurten kansallisten tai kansainvälisten avaruusjärjestöjen tai niiden yhteistyön tuloksia. Tämä voi heijastua myös satelliittien havaintojen ja havaintoalueiden priorisointiin. Perinteisten, suurten satelliittien rinnalle ovat nousseet pienikokoiset mikro-, nano- ja pikosatelliitit. Näiden etuna ovat keveyden ja standardoinnin tuomat merkittävät kustannusedut kehityksessä ja laukaisussa. Luonnollisesti pieni koko rajoittaa huomattavasti satelliitin asennetun laitteiston määrää, mutta silti pienoissatelliiteilla voidaan täydentää havaintojen kattavuutta ja testata entistä nopeammalla syklillä teknologiaa kiertoradalla. Esimerkiksi suomalaislähtöinen ICEYE-yritys valmistelee mikrosatelliittiverkon rakentamista, ja ajatuksena on luoda palvelu, jossa käyttäjä voi nopeasti tilata kaukokartoitustietoa juuri halualueelta ¹⁵⁴. **Pienoissatelliittitekniologia mahdollistaakin yhä laajemmän kaupallisen kaukokartoitustoiminnan kehittymisen.**

Satelliittien kustannuksista suuri osa liittyy niiden laukaisuun ja kiertoradalle saamiseen. Kantorakettitekniologia on pysynyt pääpiirteittään samanlaisena koko kaupallisen satelliittitoiminnan ajan, mutta 2010-luvulla kiihtynyt kilpailu yksityisten laukaisuyritysten välillä on tuonut painetta madaltaa kustannuksia ¹⁵⁵ ¹⁵⁶. **Radikaalimmat pudotukset kustannuksissa vaativat silti uusia teknologisia ratkaisuja.** Yksi niistä on erityisesti SpaceX:n kehittäminen uudelleenkäyttö, jonka on arvioitu pudottavan kustannuksia ainakin 30 % ¹⁵⁷.

¹⁵¹ Oma riista - riistahallinnon sähköinen asiointipalvelu <https://oma.riista.fi>

¹⁵² YK 2017 <https://digitallibrary.un.org/record/1293690>

¹⁵³ Fox 2007 https://www.rand.org/pubs/technical_reports/TR418.html

¹⁵⁴ ICEYE 2017 <https://www.iceye.com/>

¹⁵⁵ Amos, J. 3.12.2014 <http://www.bbc.com/news/science-environment-30251863>

¹⁵⁶ de Selding 16.3.2016 <http://spacenews.com/ula-intends-to-lower-its-costs-and-raise-its-cool-to-compete-with-spacex/>

¹⁵⁷ de Selding 10.3.2016 <http://spacenews.com/spacex-says-reusable-stage-could-cut-prices-by-30-plans-first-falcon-heavy-in-november/>

Myös edellä mainittujen pienoissatelliittiratkaisujen hyödyntäminen pudottaa yksittäisen satelliitin kustannuksia valtavasti. Parhaimmillaan yhdellä laukaisulla on viety kierto-radalle jo yli 100 pienoissatelliittia ¹⁵⁸.

Satelliittipohjaisen kaukokartoituksen edellytykset kehittyvät siis paraikaa nopeasti. **Sää- ja ilmatoriskien hallinnan kannalta olennaista on, että tutkijoilla ja päätöksentekijöillä Suomessa on osaamista ja resursseja hyödyntää tarjolla olevia aineistoja, ja osana verkostoyhteistyötä myös vaikuttaa alan kehitykseen määrittelemällä alakohtaiset tarpeet.** Mikäli Suomi päättää panostaa avaruusalaan jatkossa entistä vahvemmin, ¹⁵⁹ voisi ilmastomuutokseen sopeutuminen – esimerkiksi keskittyen erityisesti arktiseen alueeseen – olla yksi aloista, joihin osaamista keskitetään. **Suomen näkökulmasta tärkeä mahdollisuus satelliittihavaintojen kasvavaan hyödyntämiseen on Euroopan unionin ja Euroopan avaruusjärjestön (ESA) Copernicus-kaukokartoitusohjelma** ¹⁶⁰, joka pyrkii tuottamaan järjestelmän omista satelliiteista ja niitä tukevista havainnoista käyttäjille suunnattuja palveluita.

Kehittyvä satelliittipohjainen kaukokartoitus antaa entistä parempia työkaluja riskien arviointiin. Esimerkiksi altistumisen seuranta hyötyisi siitä, että erittäin laajoja alueita voidaan seurata samanaikaisesti. Erityisesti pienoissatelliittipohjaisten palveluiden kehitys voi mahdollistaa avaruudesta käsin toteutettavan kaukokartoituksen entistä operatiivisemman käytön riskien arvioinnissa ja seurannassa.

5.7.3 Lennokkijärjestelmät

Kauko-ohjatut tai itsenäisesti ohjautuvat lennokit, dronet, ovat nousseet ilmiöksi monella alalla. Lennokeilla voidaan tuottaa tilannekuvaa nopeasti ja joustavasti tai kuvata ja kartoittaa kohteita ilmasta entistä edullisemmin. Näin ollen **lennokkien mahdollisuudet kerätä sää- ja ilmatoriskien hallintaan liittyvää tietoa keräämiseen vaikuttavat ilmeisiltä.** Lennokkijärjestelmiä on jo kokeiltu viranomais- ja tutkimuskäytössä Suomessakin.

Lennokkien kaupallinen käyttö on kasvanut nopeasti viime vuosina, ja kasvun odotetaan jatkuvan ¹⁶¹. Kiinnostus hyödyntää lennokkeja ilmakehätieteellisessä tutkimuksessa on myös kasvanut, sillä lennokeilla voidaan toteuttaa mittauksia, jotka miehityksellä lentokoneilla olisivat mahdottomia, vaarallisia tai huomattavasti kalliimpia ^{162 163} tai ilmapalloilla epätarkempia tai kömpelömpiä ¹⁶⁴. Etuna satelliitteihin lennokeilla on mahdollisuus vaihtaa havaintoinstrumentteja joustavasti. Lennokkeja on kahta päätyyppiä: kiinteäsiipisiä ja koptereita. Yleisenä periaatteena kiinteäsiipisillä voidaan kattaa laajempi alue ja pidempi lentoaika, kun taas koptereiden etuna ovat ketteryys ja useimmiten pienempi koko.

Sää- ja ilmatoriskien arvioinnissa lennokkien selkeimmät hyödyt lienevät operatiivisessa paikallisen tason havainnoinnissa. Ne tarjoavat mahdollisuuden kartoittaa altistumista ja haavoittuvuutta entistä yksityiskohtaisemmin ja esimerkiksi seurata jonkin riskitilanteen kehittymistä. Lennokkien täysimittaisen hyödyntämisen edellytyksenä on riittävän joustava lainsäädäntö: Tällä hetkellä lennättäminen vaatii jatkuvaa näköyhteyttä laitteeseen.

¹⁵⁸ Safi 2017 <https://www.theguardian.com/science/2017/feb/15/india-launches-record-breaking-104-satellites-from-single-rocket>

¹⁵⁹ Liikenne- ja viestintäministeriö 14.9.2017 https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/13421778-d3a7-4146-9eec-dbd0be78bc20/a0e1731d-e30a-4265-b337-f5a254b3168b/LAUSUNTOPYINTO_20171010100000.PDF

¹⁶⁰ Copernicus <http://www.copernicus.eu>

¹⁶¹ Meola 13.7.2017 <http://www.businessinsider.com/drone-industry-analysis-market-trends-growth-forecasts-2017-7?r=US&IR=T&IR=T>

¹⁶² Everts & Davenport 2016 <https://cen.acs.org/articles/94/i9/drones-help-us-study-climate.html>

¹⁶³ Merzdorf 9.9.2016 <https://phyls.org/news/2016-09-explore-unmanned-aerial-vehicles-meteorological.html>

¹⁶⁴ Baxter & Bush 2014 <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/2014conference/wedngambaxter.pdf>

Lennokkiteknologian edistyessä lennokkien kantama, havainnointikyvyt ja kyky autonomiseen toimintaan ovat todennäköisesti ominaisuuksia, joiden voi odottaa paranevan entisestään. Erityisesti sotilastoiminnassa on lisäksi kehitelty ajatuksia lennokkiparvista, joissa kymmenet tai sadat lennokit toteuttavat yhteistä tehtävää synkronoidusti ¹⁶⁵.

Lennokit eivät ainoastaan ole keino kerätä sää- ja ilmastoriskitietoa. Niiden kasvava merkitys luo myös uusia riskejä, sillä lennokit itse ovat riippuvaisia lento-olosuhteista. Mikäli logistiikka tai jonkin viranomaisen tilannekuvan ylläpito on tulevaisuudessa merkittävältä osin lennokkien varassa, on tarpeen tuottaa tarkkoja lentosääennusteita hyvin pienessä mittakavassa.

5.7.4 Big ja avoin data

Nyky-yhteiskunta tuottaa ennennäkemättömän määrän dataa kaikesta toiminnasta, ja datan määrä kasvaa jatkuvasti. Taustalla ovat etenevä digitalisaatio ja tieto- ja sensoriteknikan hintojen jatkuva putoaminen. Dataa kertyy ympäristöstä, infrastruktuurista, taloudesta ja ihmisten käyttäytymisestä. Data onkin nostettu esille yhtenä nykytalouden tärkeimmistä resursseista ¹⁶⁶.

Ilmastotieteessä on sen luonteen vuoksi käsitelty suuria datamassoja jo pitkään, mutta muualta yhteiskunnasta kerätyn big datan ¹⁶⁷ hyödyntäminen on ollut vielä hidasta ¹⁶⁸. Kuitenkin tällaisella **big datalla on mahdollisuus mitata ja tutkia yhteiskunnallista haavoittuvuutta, kehittää ennakkoarvointijärjestelmiä ja kenties samalla parantaa ilmastomuutoksen ja sopeutumistoimien seuranta ja arviointia**. Oikean datan keräämiseen ja luokitteluun liittyy silti haasteita, sillä esimerkiksi monet sopeutumistoimista eivät liity yksinomaan ilmastoon tai niitä ei tietoisesti luokitella sellaisiksi ¹⁶⁹. **Datan hyödyntämiseen liittyy kiinteästi myös sen visualisointi**. Hyvä visualisointi tai infografiikka voi itsessään tehdä muutenkin tarjolla olevasta tietomassasta päätöksenteossa hyödyllisen työkalun ¹⁷⁰.

Datan määrän kasvun voi odottaa jatkuvan kiivaana. **Sää- ja ilmastoriskien hallinnan osalta ratkaiseviksi kysymyksiksi nousevat datan hallittavuus, saatavuus ja kyky hyödyntää uudenlaisia tietolähteitä**. Esimerkiksi vakuutusyhtiöiden tiedot vahingoista olisivat erittäin arvokkaita tutkittaessa haavoittuvuutta, ja matkapuhelinten ja autojen paikkatiedoilla voitaisiin kerätä ja kohdentaa tarkkaa tietoa riskeistä. Esteenä tai hidasteena ovat kilpailulliset tai yksityisyyden suojaan liittyvät, perustellut huolet. Suuri osa big datasta onkin kaupallisten toimijoiden käsissä. Tällaisen tiedon saaminen tutkimus- tai viranomaiskäyttöön vaatii tarkkaa harkintaa, huolellisia järjestelyitä ja sääntelyn kehittämistä.

Julkisesti kerätyn datan avaaminen on ollut kasvava trendi jo vuosien ajan. Euroopan unionissa kehitystä on ajanut mm. vuonna 2007 toimeenpantu INSPIRE-direktiivi ¹⁷¹, joka ohjaa paikka- ja ympäristötiedon avaamista yleiseen käyttöön. Suomessa esimerkiksi Ilmatieteen laitos ¹⁷² ja Suomen ympäristökeskus (SYKE) ¹⁷³ tarjoavatkin jo kattavasti avointa tietoa, ja avoimien tietokantojen määrä kasvaa jatkuvasti. **Avoimen datan kenties merkittä-**

¹⁶⁵ Hambling 27.4.2017 <http://www.bbc.com/future/story/20170425-were-entering-the-next-era-of-drones>

¹⁶⁶ The Economist 6.5.2017 <https://www.economist.com/news/briefing/21721634-how-it-shaping-up-data-giving-rise-new-economy>

¹⁶⁷ Big datalla (isolla datalla) tarkoitetaan yleisesti suurta määrää dataa, joka on muodoltaan vaihtelevaa.

¹⁶⁸ Ford ym. 2016 <http://doi.org/10.1073/pnas.1614023113>

¹⁶⁹ Weinfurter 30.5.2017 <http://datadriven.yale.edu/climate/tracking-climate-change-adaptation-methodological-challenges-in-the-age-of-big-data/>

¹⁷⁰ Lehmann 20.3.2014 <http://doi.org/10.1073/pnas.1614023113>

¹⁷¹ INSPIRE knowledge base <https://inspire.ec.europa.eu>

¹⁷² Ilmatieteen laitos 4.7.2018 <http://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data-avattavat-aineistot>

¹⁷³ Suomen ympäristökeskus 12.3.2018 <http://www.syke.fi/avointieto>

vin arvo sää- ja ilmatoriskien hallinnassa on, että se avaa mahdollisuuksia ratkaisujen keksimiseen yhteiskunnan kaikille toimijoille. Datan avoimuus tuottaa uutta tiedon yhdistelyä, visualisointeja ja analyyskejä. Avoimen datan yhteiskunnallisesta hyödystä on sekä teoreettista ¹⁷⁴ että käytännön näyttöä ¹⁷⁵.

5.7.5 Muut uudet teknologiat ja yhteenveto

Kuten edellä käy ilmi, tarjolla ja kehitteillä on lukuisia sää- ja ilmatoriskien arviointiin ja hallintaan liittyvän tiedon saatavuutta parantavia teknologioita. Osaa teknologioista voidaan hyödyntää suoraviivaisesti, sillä niillä on helppo laajentaa nykyisiä havaintoja ja tiedonkeräämistä kattavammaksi. Toiset vaativat enemmän muutoksia myös siihen, miten tietoa käsitellään ja miltä tahoilta sitä kerätään. Näiltä osin **eri tutkija- ja viranomaistahojen yhteistyöverkostojen, toimintatapojen ja lainsäädännön on oltava ajan tasalla**. Yllä käsitellyt teknologiat on koostettu yhteenvetoon taulukkoon 5.2.

Tässä esitetty katsaus ei ole täysin kattava. **Myös muut nousevat ja kehittyvät teknologiat voivat tuoda sää- ja ilmatoriskien arviointiin ja hallintaan uusia mahdollisuuksia, eikä kaikkia kehityskulkuja voi ennakoida**. Esimerkiksi tekoälyalgoritmien kehittyminen voi tarjota lupaavia mahdollisuuksia automatisoituun tilanneanalyysiin tai muutosten havainnointiin vaihtelun ja kohinan seasta. Joka tapauksessa tieto- ja viestintäteknologia yleinen kehitys etenee odotettavasti suuntaan, jossa tarjolla olevan tiedon, työkalujen ja lähteiden määrä kasvaa. On tärkeää ymmärtää erilaisten tietolähteiden rooli. Uusien tietolähteiden joustavan hyödyntämisen ohella on huolehdittava riittävistä panostuksista varsinaiseen teolliseen infrastruktuuriin.

¹⁷⁴ Pollock 2008 http://rufuspollock.org/papers/economics_of_psi.pdf

¹⁷⁵ De Vries ym. 2011 <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/pricing-public-sector-information-study-popsis-models-supply-and-charging-public-sector>

Taulukko 5.2 Esimerkkejä sää- ja ilmastoriskien arviointiin käytettävistä teknologioista ja niiden kehityssuunnista

Teknologia	Kuvaus	Trendit	Rooli sää- ja ilmastoriskien arvioinnissa
Kansalaistiede ja sosiaalinen media	Osallistava tai passiivinen tiedon kerääminen tiedeyhteisön ulkopuolelta.	Standardointi ja valmiit alustat, hyödyntäminen tietoisuuden kasvattamisessa.	Yleisesti: Täydentää järjestelmällistä tieteellistä havainnointia. Vaaratekijät: Täydentävä tieto vaaratekijöiden esiintymisestä - tukee operatiivista arviointia Altistuminen: Täydentävä tieto altistumisen luonteesta Haavoittuvuus: Täydentävä tieto haavoittuvuuteen vaikuttavista seikoista
Satelliittipohjainen kaukokartoitus	Tarkentuva havainnointi avaruudesta käsin	Jakautuminen suuriin kv-yhteistyöprojekteihin ja joustaviin pienoissatelliittiratkaisuihin. Laukaisuhintojen lasku.	Yleisesti: Kriittisen tärkeää havaintoinfrastruktuuria Vaaratekijät: Kattava tietopohja vaaratekijöiden kehittymisestä pitkällä aikavälillä ja täydentävä operatiivinen tieto. Altistuminen: Kattava tietopohja altistumisen kehittymisestä pitkällä aikavälillä ja täydentävä operatiivinen tieto. Haavoittuvuus: Kattava tietopohja haavoittumisen kehittymisestä pitkällä aikavälillä ja täydentävä operatiivinen tieto.
Lennoikkijärjestelmät	Robottilennoikkien hyödyntäminen sensorialustoina	Lennoikkien paranevat ominaisuudet, lennoikkiparvien hyödyntäminen.	Yleisesti: Joustava, reaaliaikainen ja paikallisesti tarkka tiedon kerääminen. Samalla uusien riskien lähde. Vaaratekijät: Operatiivinen tieto vaaratekijöistä. Altistuminen: Altistumisen paikallinen, operatiivinen seuranta. Haavoittuvuus: Yksityiskoh-taisen, paikallisen haavoittuvuustiedon kerääminen.
Big ja avoin data	Yhteiskunnallisen ja ympäristöön liittyvän, eri järjestelmien keräämien tietomassojen hyödyntäminen	Julkisen tiedon kasvava avoimuus. Kaupalliset intressit yksityishenkilöiltä kertyyyn dataan. Huolet yksityisyyden suojasta.	Yleistä: Monimutkaisten ilmiöiden havainnointi, uusien ratkaisuinnovaatioiden kiihdyttäminen. Vaaratekijät: Vaikeasti suoraan havaittavien vaaratekijöiden ja uudenlaisten riskien havaitseminen. Altistuminen: Uusien indikaattorien kehittäminen altistumisen ja haavoittuvuuden seuraamiselle. Haavoittuvuus: Uusien indikaattorien kehittäminen ja altistumisen ja haavoittuvuuden seuraamiselle.

5.8 Yhteenveto tietoaineistojen keräämisestä, jakamisesta ja hyödyntämisestä ilmastoriskien arvioinnissa

Esitetty toimintamalli kumpuaa siitä, että sää- ja ilmastoriskien arvioinnin tietotarpeet ja -hallinta voidaan suureksi osaksi integroida eri toimialojen nykyisiin tietojärjestelmiin ja tiedonhallintaan. Luvut 5.1-5.7 ovat osoittaneet, että riskien arvioinnissa tarvittavaa tietoa kerätään laajasti, mutta sen järjestämisessä ja saatavuudessa on parannettavaa. Riskien kehityksen tarkastelemiseksi pitkäaikaisseurannat ovat usein tärkeitä, mutta selvitys osoitti, että osa pitkäaikaistietoa tuottaneista seurannoista voi loppua, jos niiden ylläpitoon ei panosteta. Näiden tietolähteiden ylläpitäminen voi edellyttää uusia "liiketoimintamalleja",

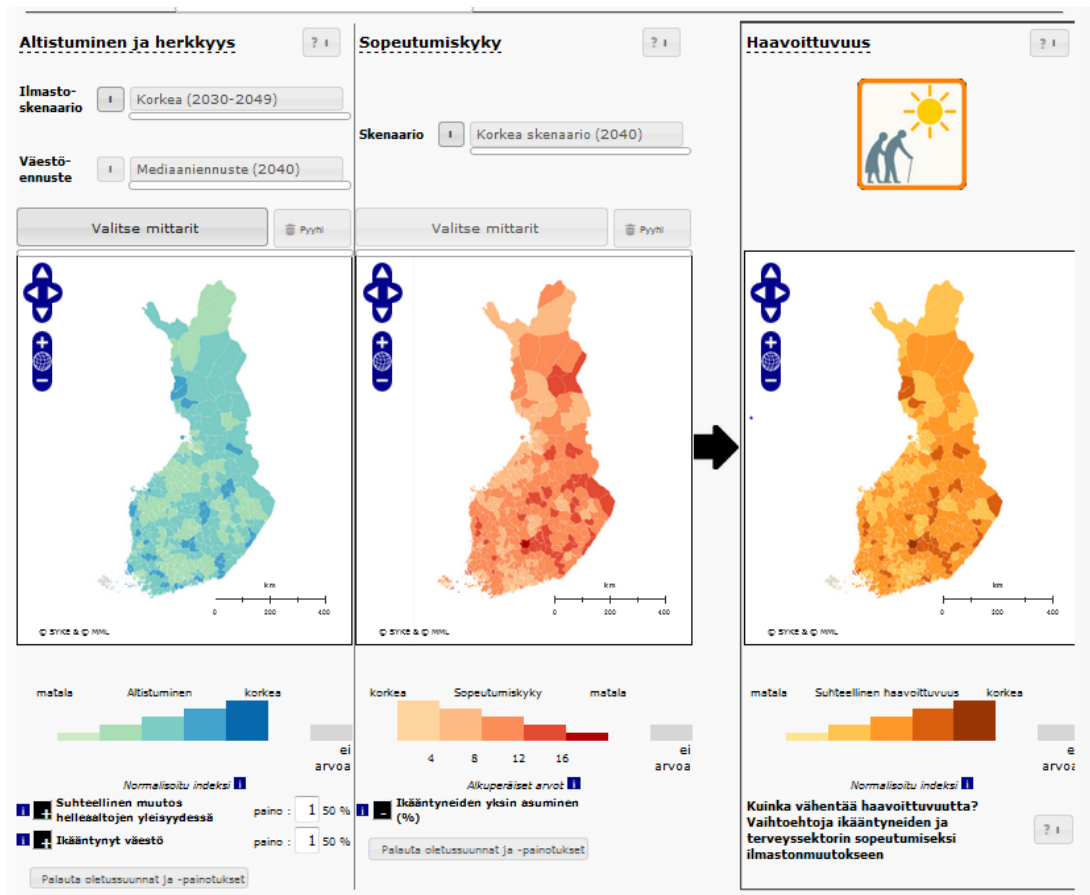
joissa ne, jotka eniten hyötyvät luotettavista riskienarvioinneista, ottavat nykyistä suuremman taloudellisen vastuun aineistojen keräyksestä ja ylläpidosta. Tämä voi vaatia uusia julkisen ja yksityisen sektorin yhteistoimintamalleja.

Parhaillaan on syntymässä uusia aineistojen keräystekniikoita ja uusia aineistoja, joita on toistaiseksi käytetty vähän riskienarvioinnissa. Näiden täysimääräinen käyttöönotto edellyttää panostusta tutkimus- ja kehitystoimintaan mahdollisuuksien selvittämiseksi ja pilotoimiseksi. Verrattuna nykyisiin tiedonkeräysjärjestelmiin joidenkin uusien tekniikoiden avulla voidaan säästää kustannuksissa, mutta on tärkeää, että vanhoja ja uusia menetelmiä sovelletaan ja arvioidaan rinnakkain menetelmien hyvien puolien ja haasteiden ymmärtämiseksi. Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan (T&K&I) resurssien suuntaaminen tähän voi osoittautua erittäin hyväksi investoinniksi, joka maksaa itsensä takaisin parempina ja luotettavampina riskienarviointeina, ja jotka auttavat hallitsemaan vaaratekijöitä, rajoittamaan altistumista tai vähentämään haavoittuvuutta.

Myönteisen kehityksen toteuttamiseksi kaikkien aineistontuottajien tulee johdonmukaisesti tarkastella nykyisten aineistojen keräämiseen liittyvää ohjeistusta ja mahdollisten uusien aineistojen keräämistekniikoita ja -ohjeita sää- ja ilmastoriskien arvioinnin näkökulmasta. **Ehdotetun toimintamallin toimivuuden kannalta on olennaista, että aineistoista kehitetään mahdollisimman yhteentoimivia standardien ja muiden ohjeiden avulla.** Yhteistyötä yksityisen sektorin kanssa on perusteltua lisätä riskien arvioinnissa. Yksityisellä sektorilla on merkittäviä tietoaineistoja (esim. vakuutusala), joten on syytä tarkastella kannustimia ja sääntelyä tämän tiedon saatavuuden parantamiseksi.

5.9 Riskien ja haavoittuvuuden havainnollistaminen

Toimintamalliin sisältyy ajatus riskien ja haavoittuvuuksien havainnollistamisesta. Havainnollistaminen voi perustua karttapohjaisiin esityksiin, kuten esimerkiksi Ilmasto-opas.fi-sivuston karttatyökalussa (kuva 5.3). Karttojen etuna on, että ne antavat yhdellä silmäyksellä yleiskuvan tilanteesta. Vaarana on, että todellisuudessa pistemäiset paikalliset riskit näyttäisivät koskevan laajoja alueita, kun esimerkiksi koko kunta esitetään tietyssä riski- tai haavoittuvuusluokassa.



Kuva 5.3. Ilmasto-opas.fi-sivustolla oleva karttapohjainen tarkastelu, jossa haavoittuvuus arvioidaan interaktiivisesti käyttäjien valitsemien oletusten pohjalta ¹⁷⁶.

Valtakunnallisessa tarkastelussa sää- ja ilmastoriskeistä voi olla hedelmällistä käyttää luonnonmaantieteellistä jakoa hallinnollisen aluejaon asemesta. Erityisesti luontoon kohdistuvia riskejä ja niissä tapahtuvia muutoksia voidaan esittää tiiviisti luonnontieteellisen jaon pohjalta (ks. tekstilaatikko).

¹⁷⁶ Ilmasto-opas.fi: Sopeutumiskyky ja haavoittuvuus ilmastonmuutoksen vaikutuksille -karttatyökalu <http://ilmasto-opas.fi/fi/dataat/sopeutumiskyky-ja-haavoittuvuus>

Luonnontieteellinen aluejako tiivistää sää- ja ilmatoriskitietoa

Reijo Solantie

Ilmaston ja sen kanssa vuorovaikutuksessa olevien luonnonolojen tarkasteluissa käytetään yleensä hallinnollisia aluejakoja. Luonnontieteellinen jako toisi monia etuja. Aluemäärä pienenisi, aluejako ei muuttuisi hallinnollisten rajojen muuttuessa ja alueen sisäinen vaihtelu olisi vähäisempää, mutta alueiden väliset erot olisivat suuremmat kuin hallinnollisten alueiden välillä. Samalla luonnon eri osien kuten kasvillisuuden, maaperän, maaston muotojen ja vesistön keskinäiset riippuvuudet tulisivat selkeästi esille.

Luonnollisen aluejaon pääkehikon muodostavat boreaalisen ilmastollis-ekologisen päävyöhykkeen leveyspiirejä karkeasti seurailevat osavyöhykkeet, toisin sanoen luonnon perustuottavuuden vyöhykkeet eli metsäkasvillisuuden vyöhykkeet. Suomessa boreaalisia osavyöhykkeitä on neljä (etelästä pohjoiseen): hemiboreaalin, eteläboreaalin, keskiboreaalin ja pohjoisboreaalin vyöhyke. Näiden vyöhykkeiden väliset rajat ovat yksikäsitteisiä ilmastollisen perusyhtälön funktion samanarvonkäyriä. Neljä vyöhykettä voidaan edelleen jakaa alaluokkiin ja päädyttään 15 alueeseen (kts. kartta, kuva 5.6).

Suomen kattavat 15 aluetta on määritelty siten, että käytännön sovelluksissa keskeisten muuttujien ajallisten keskiarvot ja tilastolliset jakautumat ovat kunkin alueen sisällä samankaltaisia¹⁷⁷. Alueen sisäinen vaihtelu on pientä, ja koko alueella voidaan käyttää melko hyvin monissa sovelluksissa samoja meteorologisten, hydrologisten, metsätieteellisten ja maataloudellisten suureiden keskiarvoja ja jakautumia. Tämä on käytännöllistä silloin, kun hilapistearvoja ei ole käytettävissä tai niiden laskeminen ei ole mahdollista.

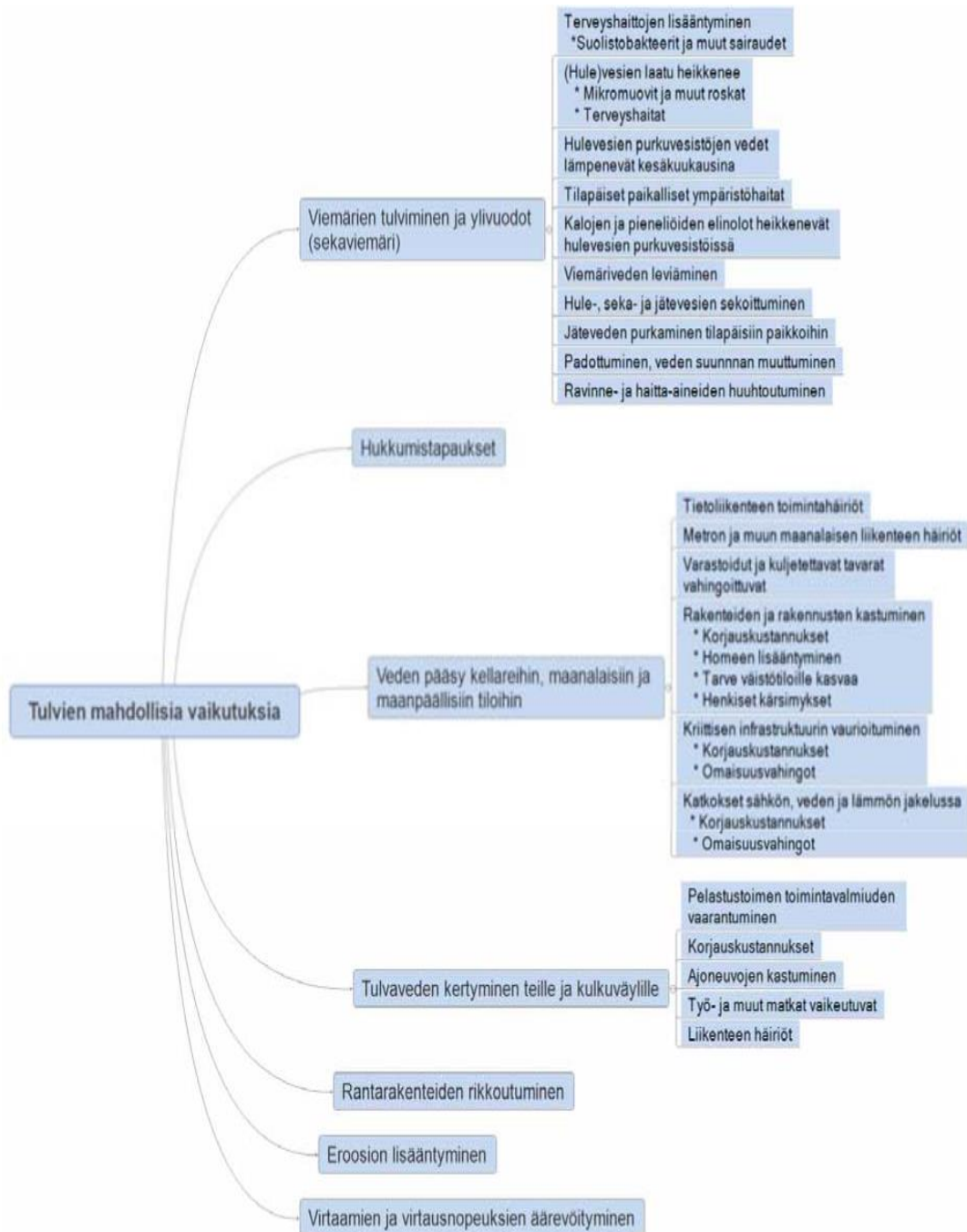
Koska luonnontieteellisen jaon kehikko seurailee leveyspiirejä, niin se tekee helpoksi myös Suomen kansainvälisen vertailun. Näin voidaan esimerkiksi tunnistaa muualta samankaltaiset alueet tai sellaiset alueet, joita jokin Suomen alue tulee ilmaston muuttuessa muistuttamaan. Alueiden rajat eivät ole kovin herkkiä edes ilmastonmuutokselle, koska alueiden väliset erot määräytyvät pääasiassa pysyvistä maantieteellisistä tekijöistä.



Kuva 5.6. Luonnontieteellinen aluejako. Hemiboreaalinen vyöhyke HB; Eteläboreaalinen vyöhyke A+ B + C + D + E + F; Keskiboreaalinen vyöhyke G + H + I + J; Pohjoisboreaalinen vyöhyke K + L

¹⁷⁷ Solantie 2012

Riskejä voi myös havainnollistaa kuvaamalla syy-seuraus yhteyksiä, jotka auttavat riskien tunnistamisessa. Esimerkiksi Helsingin kaupungin sää- ja ilmatoriskien arvioinnissa ¹⁷⁸ kirjallisuuteen sekä kaupungin asiantuntijoiden työpajatyöskentelyyn ja haastatteluihin perustuen tunnistettiin tulvimisen mahdollisia vaikutuksia (kuva 5.4). Laajapohjainen ja organisaa- tion sisällä jaettu käsitys riskeistä luo pohjaa riskien arvioinnille ja -hallinnalle.



Kuva 5.4. Asiantuntijatyöpajan ja kirjallisuuden perusteella arvioituja tulvien mahdollisia vaikutuksia Helsingissä ¹⁷⁹

¹⁷⁸ Pilli-Sihvola ym. 2018 <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/julkaisu-06-18.pdf>

¹⁷⁹ Pilli-Sihvola ym. 2018

6 RISKIENARVIOINTIEN RESURSOINTI

Nykyiset seurantajärjestelmät ja tutkimustoiminta ovat riittäviä ilmastonmuutoksen aiheuttamien riskien seuraamiseksi ja ennakoimiseksi yleisellä tasolla. **Nykyisten voimavarojen avulla ei kuitenkaan saada kattavasti tietoa mahdollisuuksista rajoittaa riskeille altistumista ja vähentää haavoittuvuutta.** Riskien yleinen seuranta ei myöskään tarjoa riittävän yksityiskohtaista tietoa eri riskienhallintatoimien tuottamista yhteiskunnallisista hyödyistä vältettyinä vahinkoina ja toimintavarmuuden paranemisena.

Suomessa ei tähän asti ole ollut käytettävissä voimavaroja kattaviin ja kunnianhimoisiin riskienarviointeihin, kuten esimerkiksi Isossa-Britanniassa. Ison-Britannian lähestymistapa ei kuitenkaan välttämättä ole kaikkein tehokkain Suomen oloissa. **Suomessa saattaa olla tehokkaampaa toteuttaa ehdotettu toimintamalli vaiheittain monen vuoden aikana. Tällöin voidaan täydentää riskien muodostumista kuvaavia tietoja** (luvun 4 taulukoiden mukaisesti) **varmistuen, että tiedot ovat keskenään yhteensopivia.** Tämä etenemistie vastaa pitkälti Ruotsissa omaksuttua lähestymistapaa. Ratkaisun riskinä on hajautettu tieto, josta on vaikeaa muodostaa haluttu kokonaisarvio. Prosessissa on myös hallittava lukuisia rajapintoja hallinnonalojen välillä (kuva 4.1).

Tässä esitetyn toimintamallin mukaan laaditaan toimialakohtaiset sää- ja ilmastoris- kien arviot, joista koostetaan yhtenäinen kansallinen arvio sää- ja ilmastoriskeistä. Kokonaiskuvan muodostamiseksi on olennaista, että jokainen toimialakohtainen riskienarviointitarkastellaan yleisen yhteiskuntakehityksen valossa (luku 4.2). Panostamalla vuosittain 100000-250000 euroa eri toimialojen riskienarviointeihin yhtenäisessä kehikossa voidaan luoda toimintamalli, joka noin kuuden vuoden sykleissä uusii riskienarvioinnit ja varmistaa, että arvioinnit pysyvät ajan tasalla. Kansallinen arvio voidaan silloin toteuttaa kerran kuudessa vuodessa käytettävällä 150000-250000 euron panostuksella kokoamistehtävään. **Kansallisten arviointien lisäksi on perusteltua toteuttaa lisäpanostuksella erillisiä alueellisia ja paikallisia arviointeja esimerkiksi konkreettisten altistusta tai haavoittuvuutta vähentävien toimien suunnittelemiseksi.**

Tietoperustan kehittämiseen, erityisesti taloudellisten riskitietojen saatavuuden ja avoimuuden parantamiseen on perusteltua käyttää erikseen kohdennettuja voimavaroja, koska edistymisen asiassa edellyttää julkisen ja yksityisen sektorin toimijoiden yhteistyötä (ks. luku 5.1.7 ja luku 5.6). On myös perusteltua suunnata tutkimus- ja kehitysrahoitusta hankkeille, joissa haetaan ratkaisuja tärkeille, mutta kustannussyistä lopettamisuhan alla oleville pitkäaikaisseurantojen ylläpidolle (luku 5.2).

7 YHTEENVETO

Tässä raportissa on esitetty toimintamalli sää- ja ilmastoriskien arviointien järjestämiseksi. Sen avulla voidaan johdonmukaisesti tuottaa toimialakohtaisia arvioita, jotka voidaan kustannustehokkaasti yhdistää kansalliseksi arvioksi sää- ja ilmastoriskeistä. Toimintamallin mukaisessa riskienarvioinnissa tarkastellaan vaaratekijöitä, riskeille altistumista ja haavoittuvuutta systemaattisesti käyttämällä yhtenäisiä vaaratekijöiden ja yhteiskunnan kehitystä kuvaavia skenaarioita. Arviot palvelevat ilmastomuutokseen sopeutumisen politiikan (sopeutumispoliitiikan) suunnittelua ja tukevat myös muita tulevaisuusorientoituneita politiikka-alueita, kuten turvallisuuspolitiikkaa.

Toimintamallin toteuttaminen edellyttää koordinoivaa tahoa. Luontevaa on, että tämä rooli on ilmastomuutokseen sopeutumis suunnitelman seurantaryhmällä. Tämän lisäksi toimialojen tulisi tunnistaa ne toimijat, joilla on tarve ja kyky laatia riskienarvioita, jotka yhteistyössä pystyvät laajentamaan arviot toimialarajojen yli.

Suomessa kerätään varsin laajasti riskienarviointiin soveltuvaa seurantatietoa. **Eräiden biologisten havaintojen ja uusiutuvien luonnonvarojen pitkäaikaisseurantojen ylläpito on kuitenkin ratkaisematta.** Julkishallinnon säästötoimien seurauksena tärkeiden tietoaaineistojen ylläpitoa ei voi taata, jos seurannoista hyötyvä yksityinen sektori ei kanna niistä nykyistä laajempaa taloudellista vastuuta. **Toinen selvästi kehitettävä tiedon alue on avoimen taloudellisten aineistojen tuottaminen.** Niiden osalta on usein kyse siitä, että aineistoja kerätään, mutta epäyhtenäisin menetelmin. Edelleen tietojen tallennus on toimijakohtaista, eikä tutkijoilla ole helppoa pääsyä aineistoihin, jolloin myös mahdolliset systemaattiset laatuongelmat jäävät havaitsematta. Lisäksi tietosuojavaatimukset asettavat yksityisen sektorin aineistoille monia rajoitteita, minkä vuoksi niiden avaaminen laajempaan käyttöön vaatii huolellista suunnittelua. Onkin perusteltua käyttää julkista tutkimus- ja kehitysrahaa tämänkaltaiseen yhteissuunnitteluun yksityisen sektorin tiedontuottajien ja -omistajan kanssa.

Toimintamallia varten tehdyssä aineistotarkastelussa tunnistettiin mahdollisuuksia parantaa ja tehostaa arviointien tietopohjaa. **Suomessa voidaan laatia olennaisesti luotettavampia riskienarvioita eri maantieteellisissä mittakaavoissa varmistamalla tietojen yhteensopivuus, lisäämällä paikkatietoa eri aineistoihin, ottamalla käyttöön uusia tiedonkeruumenetelmiä ja kehittämällä tietojen avointa saatavuutta.**

Tärkeimmät toimenpiteet erityisesti paikkatietoaineistojen parantamiseksi ovat seuraavat:

- 1 Yhtenäistetään tiedontuotantoprosessit standardeilla ja yhtenäisillä rajapinnoilla.
- 2 Yhtenäistetään aineistoja ja tietopalveluja kokoamalla kansallisen paikkatietostrategian mukaisesti kaikkien paikkatietoaineistojen lataaminen ja metatiedot yhteen palveluun.
- 3 Parannetaan tiedon laatua mm. lisäämällä kohteiden ja ilmiöiden tunnistetietoja keskeisissä aineistoissa suositusten, sopimusten tai standardien avulla.
- 4 Parannetaan ajan suhteen erilaisten paikkatietojen käyttöä kehittämällä aikasarjoja tapahtuneista ilmiöistä vaikutuksineen, reaaliaikaista paikkatietoa olosuhteista sekä tulevaisuutta ennakoivaa paikkatietoa.

- 5 Hyödynnetään uusia menetelmiä ja varaudutaan tuleviin muutoksiin yhdistämällä automatisoitu havainnointi osaksi muita prosesseja, esimerkiksi keräämällä kokenäöllä ja hahmontunnistuksella tietoa luonnon monimuotoisuudesta metsän myrskytuhojen korjaamisen yhteydessä tai tarjoamalla eri toimijoiden kamerahavaintoja yhteiskäyttöön tekoälyä hyödyntäen. Mahdollistetaan myös kansalaishavaintojen ja laajojen paikkatietovarantojen yhdistäminen esimerkiksi vieraslajien, kasvitautien ja tuholaisien torjunnan ja ennakkoinnin sekä riskienarvioinnin tehostamiseksi.

Lisäksi tulee tähdätä kattavaan ja toimivaan tietokantaan toteutuneista sää- ja ilmastoriskeistä. Tämä edellyttää yhteistyötä hallinnon, tutkimuslaitosten sekä aineistontuottajien ja -omistajien kanssa. Kattava tietokanta ja huolelliset analyysit voivat edesauttaa hallitsemaan sää- ja ilmastoriskejä aiempaa tehokkaammin kansallisella ja alueellisella tasolla. **Riskienarvioinnin tekemistä hyödyttäisi merkittävästi, jos saataisiin aikaan keskitetty sopimus luonnonilmiöihin liittyvien vahinkotietojen keräämisestä.** Vaikka tietokannat tulevaisuudessakin olisivat järjestetty luonnonilmiöittäin (esim. tulvat erikseen), niiden välille voidaan rakentaa tarvittavia rajapintoja, jotta saadaan kattava kuva säähän liittyvistä vahingoista Suomessa.

Luotettavat, kunta- ja maakuntatasolla toteutettavat toimialakohtaiset sää- ja ilmastoriskien arvioinnit auttavat parantamaan kansallisia kokoavia sää- ja ilmastoriskien arviointeja. Kehittyvät riskienarvioinnit tukevat puolestaan sopeutumispoliittikan suunnittelua ja sopeutumistoimien kustannustehokasta kohdentamista sekä turvallisuuspolitiikan mukaista yleistä riskiarviointia. Riskien parempi tuntemus auttaa varautumisessa ilmastonmuutokseen ja sen vaikutuksiin, sopeutumiskyvyn yleisessä vahvistamisessa sekä konkreettisten toimien suunnittelussa, toteuttamisessa, laajentamisessa ja monistamisessa.

8 LÄHTEET

- Aapala, K., Akujärvi, A., Heikkinen, R., Kuhmonen, A., Kuusela, S., Leikola, N., Mikkonen, N., Ojala, O., Punttila, P., Pöyry, J., Raunio, A., Syrjänen, K., Vihervaara, P. & Virkkala, R. 2017 Suojelu-alueverkko muuttuvassa ilmastossa – esiselvitys. Suomen ympäristökeskuksen raportteja, 23/2017, Helsinki. Helsinki. 153 s. <http://hdl.handle.net/10138/222916>
- Amos, J. 3.12.2014. Europe to press ahead with Ariane 6 rocket, BBC News <http://www.bbc.com/news/science-environment-30251863> (viitattu 25.10.2017)
- Arnkil, N., Lilja-Rothsten, S., Juntunen, R., Koistinen, A. & Lahti, E. 2017. Ilmastomuutokseen sopeutumisen indikaattorit seurannan työkaluna. Tapion raportteja nro 17. 43 s. <http://tapio.fi/metsatietoa/julkaisut-ja-raportit/ilmastomuutokseen-sopeutumisen-indikaattorit-seurannan-tyokaluna-tapion-raportteja-nro-17/>
- Avoindata.fi-palvelu <https://www.avoindata.fi> (Väestörekisterikeskus) (viitattu 24.7.2018)
- Avoindata.fi: Paikkatiedon viitearkkitehtuuri <https://www.avoindata.fi/data/fi/dataset/paikkatiedon-viitearkkitehtuuri> (viitattu 24.7.2018)
- Baxter, R. A. & Bush, D. H. 2014. Use of Small Unmanned Aerial Vehicles for Air Quality and Meteorological Measurements, Presentation, 2014 National Ambient Air Monitoring Conference. 19 p. <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/2014conference/wedngambaxter.pdf>
- Cohn, J. P. 2008. Citizen science: Can volunteers do real research? Bioscience 58(3): 192–197. <https://doi.org/10.1641/B580303>
- Copernicus <http://www.copernicus.eu/> (viitattu 6.6.2018)
- Copernicus Climate Change Service <https://climate.copernicus.eu/> (viitattu 6.6.2018)
- Copernicus BEAM, 2017 <http://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMS040> (viitattu 6.6.2018)
- Dickinson, J. L., Zuckerberg, B., & Bonter, D. N. 2010. Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 41: 149–172. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636>
- DRMKC (Disaster Risk Management Knowledge Centre), 2018 <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/partnership/Science-Policy-Interface/Disaster-Loss-and-Damage-Working-Group> (Viitattu 24.8.2018)
- Ebeltoft M. 2017 National implementation of Sendai Indicators: methods and tools for recording and sharing loss data -Multi-stakeholder National Platforms https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/Portals/0/Partnerships/Seminars/9th_EU_Loss_Data_Workshop/Presentations/Session2/pdf/2_9th_EU_Loss_Data_Workshop_Mia_Finance_Norway_Sendai.pdf (Viitattu 24.8.2018)
- The Economist. 6.5.2017. Fuel of the Future - Data is giving rise to a new economy, The Economist <https://www.economist.com/news/briefing/21721634-how-it-shaping-up-data-giving-rise-new-economy>
- EEA: Indicators <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators> (viitattu 6.6.2018)
- EEA. 2018. National climate change vulnerability and risk assessments in Europe, 2018. European Environment Agency, Copenhagen. EEA Report No 1/2018. 79 p. <https://www.eea.europa.eu/publications/national-climate-change-vulnerability-2018>
- Elintarvikevirasto Evira. 22.3.2017 (päivitetty). <https://www.evira.fi/tietoa-evirasta/esittely/toiminta/zoonosikeskus/> (viitattu 6.6.2018)
- Energiateollisuus ry: Sähkökatkot – Yleistietoa häiriöistä https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiaverkot/sahkokatkot (viitattu 6.6.2018)
- Energiateollisuus ry. 28.06.2017. Sähkön keskeytystilasto 2010–2017 https://energia.fi/ajankoh- taista_ ja_materiaalipankki/tilastot/sahkotilastot/keskeytystilasto

- Eskildsen, A., le Roux, P. C., Heikkinen, R. K., Høye, T. T., Kissling, W. D., Pöyry, J., Wisz, M. S. & Luoto, M. 2013. Testing species distribution models across space and time: high latitude butterflies and recent warming. *Global Ecology and Biogeography* 22(12): 1293–1303. <https://doi.org/10.1111/geb.12078>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 525/2013, annettu 21 päivänä toukokuuta 2013, järjestelmästä kasvihuonekaasupäästöjen seuraamiseksi ja niistä raportoimiseksi sekä muista ilmastomuutosta koskevista tiedoista raportoimiseksi kansallisella ja unionin tasolla sekä päätöksen N:o 280/2004/EY kumoamisesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX:32013R0525>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi tulvariskien arvioinnista ja hallinnasta (2007/60/EY) <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:FI:PDF>
- Everts, S. & Davenport, M. 2016. How drones help us study our climate, forecast weather. *Chemical & Engineering News*, 94(9): 34–36. <https://cen.acs.org/articles/94/i9/drones-help-us-study-climate.html>
- FINE Rahoitus- ja vakuutusneuvonta: Ratkaisutietokannat <https://www.fine.fi/ratkaisutietokannat.html> (viitattu 23.5.2018)
- FINE Rahoitus- ja vakuutusneuvonta: Ratkaisutietokannat (tulva) https://www.fine.fi/ratkaisutietokannat.html?q=tulva&asiasanat=&n=&category=&kategoria=&asiaryhma=&vakuutuslaji=&lakipykalat=&reservable_from=&reservable_to=#ratkaisuhaku (viitattu 23.5.2018)
- Ford, J. D., Tilleard, S. E., Berrang-Ford, L., Araos, M., Biesbroek, R., Lesnikowski, A. C., MacDonald, G. K., Hsu, A., Chen, C. & Bizikova, L. 2016. Opinion: Big data has big potential for applications to climate change adaptation. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(39): 10729–10732. <http://doi.org/10.1073/pnas.1614023113>
- Fox, B., Brancato, K. & Alkire, B. 2007. Guidelines and Metrics for Assessing Space System Cost Estimates. Technical report. RAND Corporation, Santa Monica, U.S. TR-418-AF, 2008. 242 p. https://www.rand.org/pubs/technical_reports/TR418.html
- Gregow, H., Carter, T., Groundstroem, F., Haavisto, R., Haanpää, S., Halonen, M., Harjanne, A., Hildén, M., Jakkila, J., Juhola, S., Jurgilevich, A., Kokko, A., Kollanus, V., Lanki, T., Luhtala, S., Miettinen, I., Mäkelä, A., Nurmi, V., Oljemark, K., Parjanne, A., Peltonen-Sainio, P., Perrels, A., Pilli-Sihvola, K., Punkka, A.-J., Raivio, T., Räsänen, A., Sääntti, K., Tuomenvirta, H., Veijalainen, N. & Zacheus, O. 2016. Keinot edistää sää- ja ilmastoriskien hallintaa. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 47/2016. 36 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-303-3>
- Hambiling, D. 27.4.2017. The next era of drones will be defined by 'swarms', BBC News <http://www.bbc.com/future/story/20170425-were-entering-the-next-era-of-drones>
- Hallituksen esitys eduskunnalle maakuntien perustamista ja sosiaali- ja terveydenhuollon järjestämisen uudistusta koskevaksi lainsäädännöksi sekä Euroopan paikallisen itsehallinnon peruskirjan 12 ja 13 artiklan mukaisen ilmoituksen antamiseksi (HE 15/2017) <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2017/20170015>
- Harjanne, A., Ervasti, T., Karhu, J. A. & Tuomenvirta, H. 2015. Combining science education with citizen science – experiences from a research institute-led science education project. *LUMAT International Journal on Math, Science and Technology Education*, 3(7): 948–959. <https://www.lumat.fi/index.php/lumat-old/article/view/112>
- Heikkinen, R. K., Luoto, M., Araújo, M. B., Virkkala, R., Thuiller, W. & Sykes, M. T. 2006. Methods and uncertainties in bioclimatic envelope modelling under climate change. *Progress in Physical Geography* 30(6): 751–777. <https://doi.org/10.1177/0309133306071957>
- Heliölä, J. & Kuussaari, M. 2017. Maatalousympäristön päiväperhosseurannan vuoden 2016 tulokset. *Baptria* 42: 37–43. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B580C2BC3-21AC-40CE-B339-88A0B92F1C85%7D/126256>
- Hietamäki, M., Siili-Hakkarainen, L., Lahtela, J., Järvinen, K., Vanala, T., Serenius, K. & Leinonen, K. 2016. Ympäristövalvonnan ohje. Ympäristöministeriö, Helsinki. Ympäristöhallinnon ohjeita 2 | 2016. 141 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4609-1>

Hildén, M., Jeuken, A. & Zandersen, M. 2018. Storylines and pathways for adaptation in Europe, in: Sanderson, H., Hildén, M., Russel, D., Capriolo, A. (Eds.). 2018. Adapting to Climate Change in Europe Exploring Sustainable Pathways – From Local Measures to Wider Policies. Elsevier. 368 p. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-02106-X>

Huoltovarmuuskampus. 2018. Huoltovarmuuden skenaariot 2030. Huoltovarmuuskampus. 70 s. <https://bit.ly/2uWppju>

ICEYE. 2017. ICEYE-project <https://www.iceye.com/> (viitattu 25.10.2017)

Ilmasto-opas.fi: Sopeutumiskyky ja haavoittuvuus ilmastonmuutoksen vaikutuksille -karttatyökalu (Suomen ympäristökeskus) <http://ilmasto-opas.fi/fi/datat/sopeutumiskyky-ja-haavoittuvuus> (viitattu 22.5.2018)

Ilmastolaki (609/2015) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150609>

Ilmatieteen laitos: Havaintojen lataus <http://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!> (viitattu 23.5.2018)

Ilmatieteen laitos. 2017. Omat havainnot – uusi toiminto sääsovelluksessa <http://ilmatieteenlaitos.fi/omat-havainnot> (viitattu 23.10.2017)

Ilmatieteen laitos. 4.7.2018. Ilmatieteen laitoksen avoin data ja lähdekoodi <https://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data> (viitattu 24.7.2018)

INSPIRE knowledge base (European Commission) <http://inspire.ec.europa.eu/> (viitattu 22.5.2018)

Jakšič A., 2017. Slovenian Application for Damage Assessment on Agricultural Products and Objects - AJDA https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/Portals/0/Partnerships/Seminars/9th_EU_Loss_Data_Workshop/Presentations/Session4/pdf/1_9th_EU_Loss_Data_Workshop_Presentation_A_Jaksic.pdf (Viitattu 24.8.2018)

JHS-suositukset (Julkisen hallinnon suositukset) www.jhs-suositukset.fi (viitattu 23.5.2018)

Jurgilevich, A., Räsänen, A., Groundstroem, F. & Juhola, S., 2017. A systematic review of dynamics in climate risk and vulnerability assessments.

Environmental Research Letters, 12(1), 013002. 15 p. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5508>

Kazmierczak, A. & Kankaanpää, S. 2016. Ilmastolähtöinen sosiaalinen haavoittuvuus pääkaupunkiseudulla. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY. 28 s. <https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/HSY-Ilmastolahtoinen-sosiaalinen-haavoittuvuus.pdf>

KVL – Kiinteistöväliytösalan keskusliitto ry. <https://www.kvkl.fi/> (viitattu 6.6.2018)

Laaksonen, T. & Lehtikoinen, A. 2013. Population trends in boreal birds: Continuing declines in agricultural, northern, and long-distance migrant species. Biological Conservation 168: 99–107. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.09.007>

Laki paikkatietoinfrastruktuurista (421/2009) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090421>

Laki paikkatietoinfrastruktuurista annetun lain muuttamisesta (1502/2015) <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151502>

Laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100620>

Lehmann, E. 20.3.2014. Can Big Data Help U.S. Cities Adapt to Climate Change? Scientific American <https://www.scientificamerican.com/article/can-big-data-help-us-cities-adapt-to-climate-change/>

Leinonen, R., Pöyry, J., Söderman, G. & Tuominen-Roto, L. 2016. Suomen yöperhosseuranta (Nocturna) 1993–2012. Suomen ympäristökeskuksen raportteja, 15/2016, Helsinki. 71 s. <http://hdl.handle.net/10138/161221>

Liikennevirasto 18.5.2016 <https://www.liikennevirasto.fi/tilastot/turvallisuustilastot#.WwQtpWcpr6k>

Liikenne- ja viestintäministeriö. 14.9.2017. Lausuntopyyntö luonnoksesta: Satelliittinavigointijärjestelmien tehokas hyödyntäminen Suomessa - toimenpideohjelma 2017–2020. LVM/1737/02/2017. 4 s.

https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/13421778-d3a7-4146-9eec-dbd0be78bc20/a0e1731d-e30a-4265-b337-f5a254b3168b/LAUSUNTOPYYNTO_20171010100000.PDF

Luken tilastopalvelut <http://stat.luke.fi/> (viitattu 22.5.2018)

Luonnonvarakeskus: Open data service (Beta version) <https://opendata.luke.fi/> (viitattu 24.7.2018)

Maa- ja metsätalousministeriö: Paikkatietoselonteko <http://mmm.fi/paikkatietoselonteko> (viitattu 22.5.2018)

Maa- ja metsätalousministeriö. 2014. Kansallinen ilmastomuutokseen sopeutumis suunnitelma 2022. Valtioneuvoston periaatepäätös 20.11.2014. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 5/2014, Helsinki. 39 s. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80301>

Maa- ja metsätalousministeriö. 2016. Kansallisen paikkatietoinfrastruktuurin kehittäminen <https://mmm.fi/maanmittaus-ja-paikkatiedot/paikkatietoinfrastruktuurin-kehittaminen> (viitattu 8.8.2018)

Maa- ja metsätalousministeriö. 2018. Päätöksen paikka. Kansallinen paikkatietostrategia 2018. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 1/2017. 12 s. https://mmm.fi/documents/1410837/1708267/Kansallinen+paikkatietostrategia_2017_2018.pdf

Maanmittauslaitos: Tilastotietoa kiinteistökaupasta <https://khr.maanmittauslaitos.fi/tilastopalvelu/rest/API/kiinteistokauppojen-tilastopalvelu.html> (viitattu 24.7.2018)

Meola, A. 13.7.2017. Drone market shows positive outlook with strong industry growth and trends, Business Insider <http://www.businessinsider.com/drone-industry-analysis-market-trends-growth-forecasts-2017-7?r=US&IR=T&IR=T>

Merzdorf, J. 9.9.2016. Researchers explore new uses for unmanned aerial vehicles in meteorological research, Phys.org <https://phys.org/news/2016-09-explore-unmanned-aerial-vehicles-meteorological.html>

Metsään.fi-palvelu <https://www.metsaan.fi/> (Metsäkeskus) (viitattu 22.5.2018)

Muller, C. L., Chapman, L., Johnston, S., Kidd, C., Illingworth, S., Foody, G., Overeem, A. & Leigh, R. R. 2015. Crowdsourcing for climate and atmospheric sciences: current status and future potential. International Journal of Climatology, 35(11): 3185–3203. <https://doi.org/10.1002/joc.4210>

O'Neill, B. C., Oppenheimer, M., Warren, R., Hallegatte, S., Kopp, R. E., Pörtner, H. O., Scholes, R., Birkmann, J., Foden, W., Licker, R., Mach, K. J., Marbaix, P., Mastrandrea, M. D., Price, J., Takahashi, K., van Ypersele, J.-P. & Yohe, G. 2017. IPCC reasons for concern regarding climate change risks. Nature Climate Change, 7: 28–37. <https://doi.org/10.1038/nclimate3179>

Palacin-Silva, M., Seffah, A., Heikkinen, K., Porras, J., Pyhälähti, T., Sucksdorff, Y., Anttila, S., Alasalmi, H., Bruun, E. & Junntila, S. 2016. State-of-the Art Study in Citizen Observatories: Technological Trends, Development Challenges and Research Avenues. Reports of the Finnish Environment Institute, 28/2016, Helsinki. 96 s. <http://hdl.handle.net/10138/164810>

Pelastustoimen Pronto-järjestelmä Online-tilastot <https://prontonet.fi/Pronto3/online1/OnlineTilastot.htm> (viitattu 22.5.2018)

Peltola, H., Kellomäki, S., Väisänen, H., Ikonen, V.-P., 1999. A mechanistic model for assessing the risk of wind and snow damage to single trees and stands of Scots pine, Norway Spruce, and birch. Canadian Journal of Forest Research 29, 647–661. <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/x99-029?journalCode=cjfr>

Peltonen-Sainio, P., Sorvali, J., Müller, M., Huitu, O., Neuvonen, S., Nummelin, T., Rummukainen, A., Hynynen, J., Sievänen, R., Helle, P., Rask, M., Vehanen, T. & Kumpula, J. 2017a. Sopeutumisen tila 2017 : Ilmastokestävyyden tarkastelut maa- ja metsätalousministeriön hallinnonalalla. Luonnonvarakeskus, Helsinki. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus, 18/2017. 87 s. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/538722>

Pilli-Sihvola, K., Haavisto, R., Nurmi, V., Oljemark, K., Tuomenvirta, H., Juhola, S., Groundstroem, F., Miettinen I. & Gregow, H. 2016. Taloudellisesti tehokkaampaa sää- ja ilmastoriskien hallintaa Suomessa. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja, 45/2016. 68 s. <http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=15404>

Pilli-Sihvola, K., Haavisto, R., Leijala, U., Luhtala, S., Mäkelä, A., Ruuhela, R., & Votsis, A. Sään ja ilmastomuutoksen aiheuttamat riskit Helsingissä. Helsingin kaupunki, kaupunkiympäristön toimiala. Kaupunkiympäristön julkaisuja, 2018:6. 93 s. <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/julkaisu-06-18.pdf>

Pollock, R. 2008. The Economics of Public Sector Information. University of Cambridge, CWPE 0920, May 2009. 50 p. http://rufuspollock.org/papers/economics_of_psi.pdf

Prontonet.fi-tuotantoympäristö (Sisäministeriö) <https://prontonet.fi/> (viitattu 6.6.2018)

Rainio, A. 2017. Paikkatietopoliittinen selonteko. Julkishallintoa koskeva taustaselvitys. Navinova Oy. 86 s. + 4 liitettä. <https://bit.ly/2LGkVYG>

Safi, M. 15.2.2017. India launches record-breaking 104 satellites from single rocket, The Guardian. <https://www.theguardian.com/science/2017/feb/15/india-launches-record-breaking-104-satellites-from-single-rocket> (viitattu 25.10.2017)

Sane 2014. Inspiren määrittelyjen mukaisen tietotuotteen muodostaminen: Luonnonriskialueet. <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/paikkatietojen-yhteiskaytto/inspire/tietotuotteet> (viitattu 8.8.2018)

de Selding, P. 10.3.2016. SpaceX says reusable stage could cut prices 30 percent, plans November Falcon Heavy debut, SpaceNews. <http://spacenews.com/spacex-says-reusable-stage-could-cut-prices-by-30-plans-first-falcon-heavy-in-november/> (viitattu 25.10.2017)

de Selding, P. 16.3.2016. ULA intends to lower its costs, and raise its cool, to compete with SpaceX, SpaceNews. <http://spacenews.com/ula-intends-to-lower-its-costs-and-raise-its-cool-to-compete-with-spacex/> (viitattu 25.10.2017)

Sisäministeriö: Kansallinen riskiarvio <http://intermin.fi/pelastustoimi/varautuminen/kansallinen-riskiarvio> (viitattu 6.6.2018)

Smart resilience -hanke <http://www.smartresilience2.eu-vri.eu/> (viitattu 6.6.2018)

Solantie, R. 2012. Ilmasto ja sen määräämät luonnonolot Suomen asutuksen ja maatalouden historiassa. Jyväskylä studies in humanities 196. Jyväskylä.

Suomen Kuntaliitto: KUJA jatkuvuudenhallintaprojektit <https://www.kuntaliitto.fi/asiantuntijapalvelut/yhdyksunnat-ja-ymparisto/tekniikka/yhdyksunnat-ja-ymparisto/turvallisuus/kuja-kuntien-jatkuvuudenhallintaprojekti> (viitattu 4.3.2018)

Suomen Lajitietokeskus Laji.fi <https://laji.fi/> (viitattu 6.6.2018)

Oma riista - riistahallinnon sähköinen asiointipalvelu (Suomen riistakeskus) <https://oma.riista.fi>

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2016. Ilmastomuutokseen sopeutumisen käsittely standardeissa. Guide for addressing climate change adaptation in standards. SFS-OPAS,15:2016. 69 s. https://www.sfs.fi/files/8301/SFS-OPAS_15_2016.pdf (viitattu 23.5.2018)

Suomen virallinen tilasto (SVT): Ajankäyttö [verkkajulkaisu]. ISSN=1799-5639. Helsinki: Tilastokeskus (viitattu: 24.7.2018) <http://www.stat.fi/til/akay/tau.html>

Suomen ympäristökeskus. 20.01.2017 Tulvatietojärjestelmä TULVATJ <http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7b58AAFEFC-1429-4343-8EE2-F5E136E0A276%7d> (viitattu 23.5.2018)

Suomen ympäristökeskus. 20.10.2017 (päivitetty). Tulvavahinkojen korvaaminen <http://www.ymparisto.fi/tulvavahingot> (viitattu 23.5.2018)

Suomen ympäristökeskus. 8.3.2018 (päivitetty). Tietojärjestelmät ja -aineistot. <http://www.ymparisto.fi/tietojarjestelmat> (viitattu 23.5.2018)

Suomen ympäristökeskus. 12.3.2018 (päivitetty). Avoin tieto <http://www.syke.fi/avointieto> (viitattu 23.5.2018)

Svenska Regeringskansliet. 2015. Kontrollstation för de klimat- och energipolitiska målen till 2020. Skr. 2015/16:87. 45 s. <https://www.regeringen.se/rattsdokument/skrivelse/2016/02/skr.-20151687/>

Tapaturmavakuutuskeskus TVK <http://www.tvk.fi/> (viitattu 23.5.2018)

Tiira.fi avoin lintutietopalvelu <https://www.tiira.fi> (BirdLife Suomi) (viitattu 6.6.2018)

Tuomenvirta H., Haavisto R., Heikkinen R., Hilden M., Lanki T., Luhtala S., Meriläinen P., Mäkinen K., Parjanne A., Peltonen-Sainio P., Pilli-Sihvola K., Pöyry J., Rytteri T., Sievänen R., Sorvali J., Veijalainen N., Vihervaara P., Virkkala R. 2018. Sää- ja ilmatoriskit suomessa - kansallinen arvio. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 43/2018

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes: Vaurio- ja onnettomuusrekisteri <http://varo.tukes.fi/#> (viitattu 23.7.2018)

Turvallisuuskomitea: Kunnat ja aluehallinto <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteisty/kunnat-ja-aluehallinto/> (viitattu 7.4.2018)

Turvallisuuskomitea: Yhteistyö <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteisty> (viitattu 25.10.2017)

Turvallisuuskomitea. 2017. Yhteiskunnan turvallisuusstrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös 2.11.2017. 98 s. <https://turvallisuuskomitea.fi/yhteiskunnan-turvallisuusstrategia-2017/>

UNISDR. 2018. The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.unisdr.org/we/coordinate/hfa-post2015> (viitattu 23.5.2018)

United Nations. 2017. Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, Sixtieth session (7-16 June 2017), UN. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (60th sess: 2017 : Vienna). General Assembly, General Assembly Official Records Seventy-second Session Supplement No. 20. A/72/20. 47 s. <https://digitallibrary.un.org/record/1293690>

Valmiuslaki (1552/2011) <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20111552>

Valtioneuvoston asetus paikkatietoinfrastruktuurista (725/2009) <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090725>

Valtioneuvoston asetus paikkatietoinfrastruktuurista annetun valtioneuvoston asetuksen 1 ja 5 §:n muuttamisesta (922/2014) <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140922>

Valtioneuvoston kanslia. 2017. Valtioneuvoston yhteiset muutostekijät. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja, 14/2017, Helsinki. 56 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-458-0>

Virkkala, R., Heikkinen, R. K., Leikola, N. & Luoto, M. 2008. Projected large-scale range reductions of northern-boreal land bird species due to the climate change. Biological Conservation 141(5): 1343–1353. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.03.007>

Virkkala, R., Marmion, M., Heikkinen, R. K., Thuiller, W. & Luoto, M. 2010. Predicting range shifts of northern bird species: Influence of modelling technique and topography. Acta Oecologia 36: 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.01.006>

De Vries, M., Kapff L., Achiaga, M. N., Osimo, D., Foley, P., Szkuta, K., O'Connor J., Whitehouse, D. 2011. Pricing of Public Sector Information Study (POPSIS) – Models of supply and charging for public sector information (ABC) - final report. Final Report. Information Society and Media Directorate-General, European Commission. 403 p. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/pricing-public-sector-information-study-popsis-models-supply-and-charging-public-sector>

Votsis, A., 2017. Space and Price in Adapting Cities : Exploring the Spatial Economic Role of Climate-Sensitive Ecological Risks and Amenities in Finnish Housing Markets. Doctoral dissertation (article-based). University of Helsinki. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/173459>

Weinfurter, A. 30.5.2017. Tracking Climate Change Adaptation: Methodological Challenges in the Age of Big Data, The Yale Data-Driven Environmental Solutions Group. <http://datadriven.yale.edu/cli-mate/tracking-climate-change-adaptation-methodological-challenges-in-the-age-of-big-data/>

YK (Yhdistyneet Kansakunnat) 2018 Agenda2030 - kestävän kehityksen tavoitteet
<https://www.yk.fi/node/479>

Ympäristö- ja luonnonvaratieto avoimeen käyttöön – Envibase <http://www.ymparisto.fi/envibase> (viitattu 6.6.2018)

LIITE 1 OHJAUSRYHMÄN JÄSENET

Saara Lilja-Rothsten, maa- ja metsätalousministeriö (pj)

Tatu Torniainen, maa- ja metsätalousministeriö

Birgitta Vainio-Mattila, maa- ja metsätalousministeriö

Jukka Mäkitalo, työ- ja elinkeinoministeriö

Matti Kahra, valtiovarainministeriö

Antti Irjala, ympäristöministeriö

Sami Heikkilä, puolustusministeriö

Riikka Aaltonen, työ- ja elinkeinoministeriö

Ilari Valjus, valtiovarainministeriö

Terhi Ylitalo, puolustusministeriö

Juha-Pekka Maijala, ympäristöministeriö

Hankekonsortion edustajat ohjausryhmässä:

Heikki Tuomenvirta, Ilmatieteen laitos

Noora Veijalainen, Suomen ympäristökeskus (siht.)

Timo Lanki, Terveysten ja hyvinvoinnin laitos

Pirjo Peltonen-Sainio, Luonnonvarakeskus



VALTIONEUVOSTON
SELVITYS- JA TUTKIMUSTOIMINTA

tietokayttoon.fi

ISSN 2342-6799 (pdf)
ISBN 978-952-287-602-7 (pdf)